ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JANVIER 1919.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON GUIGNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Bigourdan** remet à l'Académie, pour la bibliothèque de l'Institut, un manuscrit contenant le relevé des *Mesures micrométriques de nébuleuses*, faites depuis l'origine, 1850 environ, jusqu'à maintenant.

Ce relevé est fait astre par astre, de manière à pouvoir juger d'un coup d'œil avec quelle précision est connue la position de chaque nébuleuse. Le travail a été exécuté grâce à une subvention accordée à M. Bigourdan, sur les arrérages du fonds Debrousse, en 1911.

Le manuscrit se compose de 100 cahiers petit in-folio d'environ 40 pages par cahier, soit un total de 4000 pages.

BOTANIQUE. — *Sur l'action nocive des émanations de l'usine de Chedde.* Note [1] de M. **L. Mangin**.

Je me propose, dans cette Note, de faire connaître l'action nocive exercée par les émanations de l'usine de Chedde sur la végétation avoisinante. Cette action avait déjà été signalée à la Société de Pathologie végétale au mois de mai 1917 par mon fils, le commandant Mangin.

D'après ses constatations, les arbres feuillus sont indemnes sauf les Bouleaux situés auprès de l'usine, mais les résineux sont particulièrement malmenés. L'*Epicea*, très sensible, est tué en peu d'années, les Sapins tels que le

---

[1] Séance du 20 janvier 1919.

Sapin pectiné, le Sapin de Nordmann résistent assez bien; enfin les Pins, quoique plus atteints que le Sapin résistent mieux que l'*Epicea*.

J'ai visité la région contaminée en août 1917 et en septembre 1918 et j'ai pu constater l'exactitude des renseignements fournis par le commandant Mangin. Grâce à son obligeance et à celle du brigadier forestier, j'ai pu obtenir, avec des matériaux d'étude, des renseignements complémentaires sur la région contaminée par l'usine.

Cette usine fabrique les cheddites, explosifs à base de perchlorate de potassium, de sodium ou d'ammoniaque, et sa production, intensifiée pendant la guerre, dégage des émanations de produits chlorés qui aboutissent finalement, en présence de l'eau, à la formation d'acide chlorhydrique.

La région soumise à ces émanations constitue une aire elliptique d'un grand diamètre, parallèle à l'Arve, de 10^{km}, du Fayet-Saint-Gervais à Servoz, et d'un petit diamètre transversal à la vallée de 4_{km}.

Dans cette zone on aperçoit de nombreux *Epicea* desséchés ou mourants, ces derniers au feuillage jaunâtre, les Pins silvestres sont plus ou moins atteints, enfin les Sapins pectinés sont encore très verts et présentent seulement les extrémités des aiguilles de la dernière pousse, jaunies et desséchées. Par contre, l'If et le Mélèze n'offrent aucune altération.

Les arbres feuillus contrastent, par leur teinte verte, avec la teinte rouillée des *Epicea*, les Robiniers se portent bien, même dans le parc de l'usine. Les arbustes et arbrisseaux variés : Aubépines, Prunelliers, Cornouillers, Troènes, Viornes, Houx, etc., restent verts même aux abords de l'usine.

Dans l'aire contaminée que j'ai définie plus haut, les dommages ne dépassent pas la couche de niveau de 900^{m}. D'après cela on peut supposer que l'action nocive des émanations de l'usine de Chedde se manifeste essentiellement, sinon exclusivement, sous l'influence du brouillard qui condense les substances nocives dans ses gouttelettes et celles-ci, déposées sur les plantes, y exercent leur action délétère. C'est surtout en automne, en hiver et au début du printemps, avant l'éclosion des bourgeons, que les brouillards sont fréquents dans la région; on comprend alors pourquoi les arbres feuillus sont préservés et pourquoi les arbres résineux, sauf le Mélèze, sont plus ou moins attaqués.

L'examen de ces derniers confirme cette hypothèse et révèle chez les plus résistants des moyens de défense assez efficaces.

Épicea. — Les arbres de cette espèce, examinés au début de l'action nocive, montrent les aiguilles des dernières pousses entièrement jaunes;

elles tombent prématurément par suite de la formation précoce du liège de cicatrisation situé au niveau de leur insertion; sur les rameaux ainsi dénudés, les surfaces de cicatrisation ont une couleur blanche, mais la tige et les bourgeons restent vivants et ces derniers éclosent dans le courant du printemps en donnant aux rameaux dénudés un aspect particulier.

Quand l'action nocive est plus avancée, les feuilles plus âgées jaunissent à leur tour et tombent plus ou moins rapidement : l'arbre ne tarde pas à périr. C'est au bout de 4 ou 6 ans que l'arbre est mort. La rapidité de l'action nocive sur les aiguilles d'Épicea ne permet pas d'observer les phases diverses de l'altération qui provoque leur chute; l'examen des Pins et des Sapins est beaucoup plus instructif.

Pin sylvestre. — Chez ces arbres, les aiguilles ne sont jaunies et desséchées que sur une partie de leur longueur, le reste demeure vert. La longueur de la partie jaunie est inégale, tantôt le sommet seul est altéré, tantôt l'altération occupe la moitié de l'aiguille ou davantage; seules les aiguilles qui viennent de se dégager des jeunes pousses sont entièrement jaunies et desséchées. Dans toutes les feuilles, la limite de la zone attaquée et de la zone vivante est marquée souvent par une bande brune.

Si l'on examine une section longitudinale de l'aiguille (*fig.* 1), on voit que la partie jaunie *a*, un peu plus étroite que la région saine, est formée de tissus morts dont les membranes cellulaires sont flétries, sauf celles des tissus lignifiés. A un certain niveau *b*, la présence des substances toxiques détermine une excitation dans les cellules vivantes, et cette excitation s'est traduite par une division cellulaire accompagnée d'hypertrophie; les membranes des nouvelles cellules ont une épaisseur plus grande, mais elles sont très rarement subérifiées.

Dans le cordon central entourant les éléments vasculaires de la nervure, cette hypertrophie est le seul phénomène de réaction de la feuille; elle est d'ailleurs suffisante pour former un obstacle à la pénétration des substances nocives. Dans le parenchyme vert, l'excitation produite par ces substances s'est propagée sur une certaine longueur *c* et elle se traduit, non plus comme en *b*, par des divisions cellulaires accompagnées d'hypertrophie, mais par une excrétion de substance gommeuse qui vient combler exactement les espaces intercellulaires sur une épaisseur de 10 ou 12 rangées de cellules. Elle constitue une muraille impénétrable aux substances toxiques. Cette matière de remplissage provient-elle de la transformation de la partie pectosique de la membrane ou bien représente-t-elle un produit d'excrétion

consécutif à l'excitation du tissu vert? C'est ce qui est difficile de démêler avec certitude.

Quoi qu'il en soit, nous voyons réalisé, chez le Pin, un mécanisme de

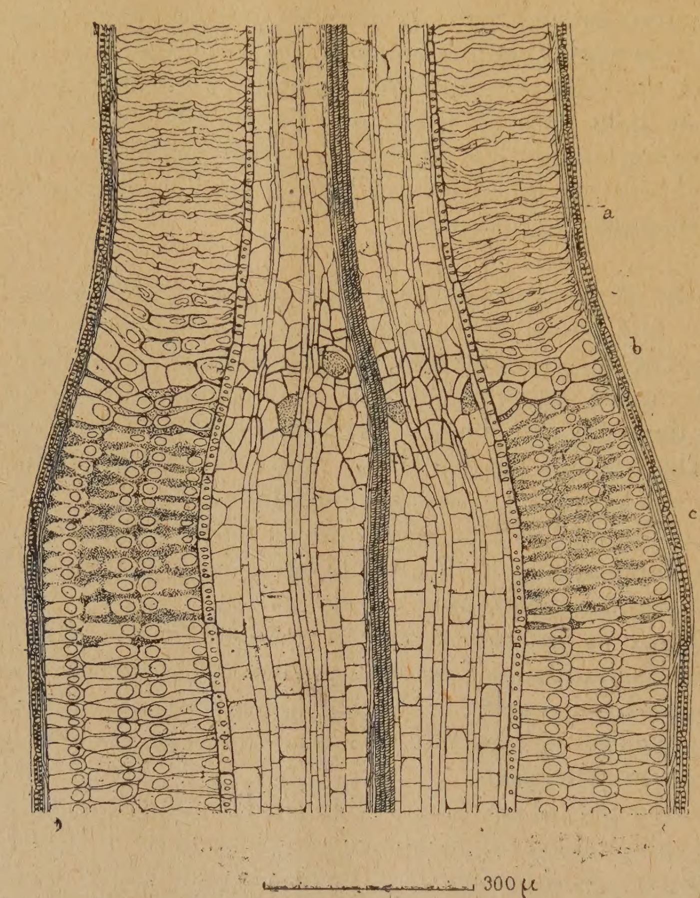


Fig. 1. — Coupe longitudinale dans une aiguille de Pin sylvestre passant par le cordon libéro-ligneux : *a*, partie supérieure morte, colorée en jaune brun, à cellules flétries; *b*, région où la réaction de défense se traduit par la formation de cellules nouvelles, souvent volumineuses et orientées en divers sens; *c*, région où a lieu la production gommeuse qui remplit les espaces intercellulaires.

défense jusqu'ici tout à fait nouveau, puisque généralement c'est par la production de zones subérifiées que les tissus vivants se protègent contre l'invasion des parasites et des liquides toxiques qu'ils sécrètent.

La disposition transversale de la muraille de protection, constituée par la gomme de remplissage des espaces intercellulaires, indique que le cheminement des substances déversées par l'usine de Chedde a lieu de la pointe vers la base des feuilles et justifie l'hypothèse que nous avons émise sur la pénétration des substances toxiques, non par les émanations gazeuses puisque les stomates existent dans toute la longueur de la feuille, mais par les substances dissoutes dans les gouttelettes d'eau que le brouillard dépose à l'extrémité des feuilles.

Parfois la muraille de protection que nous venons de décrire est insuffisante et il s'en forme une seconde située un peu plus loin de l'extrémité de la feuille.

Sapin pectiné. — Chez cette plante nous observons aussi une réaction de défense, mais c'est la réaction normale caractérisée par la formation de tissu subéreux. Une branche de Sapin pectiné prise sur un arbre situé à 300^{m} de l'usine montre toutes les pousses de l'année attaquées. Les aiguilles sont desséchées et jaunies sur le quart ou la moitié de leur longueur et l'extrémité très rétractée se termine en pointe; un liséré brun sépare la partie mortifiée de la partie saine.

Sur une coupe longitudinale de la feuille passant par l'axe libéro-ligneux (*fig.* 2, II) on constate, au niveau de séparation de la partie morte et de la partie vivante, une couche de liège *l* plus ou moins épaisse qui s'infléchit contre les faces de la feuille. La réaction provoquée par les substances toxiques a déterminé la formation d'une assise génératrice de liège plus ou moins régulière. L'activité de ce méristème est assez grande pour déterminer la cassure des faisceaux vasculaires et des cordons lignifiés. D'ailleurs la formation d'un premier liège n'assure pas toujours une protection suffisante, car on en trouve parfois deux couches séparées par du tissu mortifié (*fig.* 2, II, *l* et *l'*).

Le mode d'action des substances toxiques et leur nature sont encore inscrits dans les tissus de la feuille du Sapin. A l'état normal les cellules du parenchyme vert, surtout dans la région des lacunes, ont leur membrane extérieure incrustée de cristaux d'oxalate de chaux agglutinés par la substance pectique de la membrane. Ces cristaux se colorent par le vert d'anthracène dissous dans l'ammoniaque et prennent une belle teinte verte; ils ont été représentés dans la région *c* de la figure 2, I.

Dans les feuilles attaquées, le parenchyme, encore vivant, a été imprégné par les substances toxiques dans une région située bien au-dessous de la couche protectrice de liège et avant la formation de celle-ci; mais ces subs-

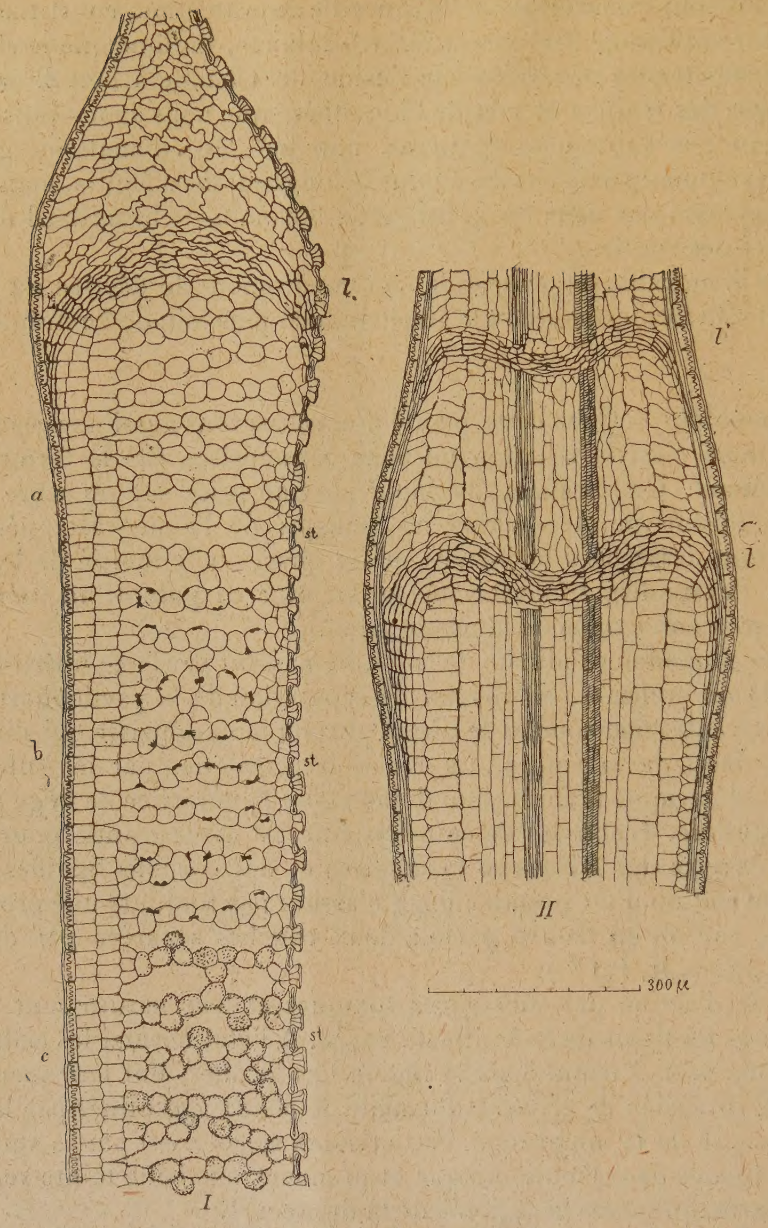


Fig. 2. — I. Coupe longitudinale d'une feuille de Sapin pectiné passant par le parenchyne foliaire : *a*, région où des cristaux d'oxalate de chaux ont été dissous; *b*, région où, après dissolution, il y a eu recristallisation; *c*, région normale où les cristaux d'oxalate de chaux sont fixés par la partie externe de la membrane; *st*, stomates. — II. Coupe longitudinale passant par la nervure; *l* et *l'*, couches de liège de protection.

tances en trop faible quantité pour tuer les cellules ont été suffisantes pour dissoudre complètement les cristaux d'oxalate de chaux dans le parenchyme de la région *a*, sous-jacente au liège protecteur. La dissolution a eu lieu aussi dans la région suivante *b*, mais elle a été suivie dans cette région d'une recristallisation en macles ou en faisceaux d'aiguilles irrégulièrement distribuées. C'est le début de la zone *c*, normale, qui marque la limite de pénétration de la substance toxique.

On voit ainsi que cette dernière s'est infiltrée dans les feuilles dans le sens du sommet vers la base. Si l'on remarque que les stomates *st* se succèdent dans toute la longueur de la coupe sans qu'aucune altération ne se manifeste au voisinage des ostioles, l'hypothèse émise sur le mode d'action des substances toxiques exclusivement par les gouttelettes des brouillards se trouve encore démontrée. La dissolution préalable des cristaux d'oxalate de chaux dans le parenchyme des feuilles atteste que le principal agent toxique, sinon l'unique, est un acide, et vraisemblablement l'acide chlorhydrique.

En résumé, les émanations de l'usine de Chedde donnent naissance, après une série de décompositions, à de l'acide chlorhydrique qui est dissous dans les gouttelettes d'eau des brouillards. Ces gouttelettes condensées sur les aiguilles des *Epicea* les pénètrent et les tuent rapidement sans que ces plantes aient le temps de réagir contre l'action du liquide toxique. Au contraire, chez le Pin sylvestre et le Sapin pectiné, la présence de ce liquide provoque une réaction énergique de défense. La division et l'hypertrophie cellulaire, accompagnées d'une excrétion gommeuse dans les lacunes chez le Pin sylvestre, la muraille continue de liège chez le Sapin pectiné protègent efficacement les feuilles contre l'action toxique et expliquent la résistance relative de ces plantes.

Aucune différence anatomique essentielle ne distingue les tissus des feuilles de l'*Epicea* du Pin sylvestre ou du Sapin et il n'est pas possible actuellement de justifier, par la structure, la grande sensibilité de l'*Epicea* à l'action toxique qui provoque sa disparition rapide dans la région contaminée.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation des quadriques.* Note de M. C. GUICHARD.

Je considère la quadrique Q dont l'équation est

$$\frac{x^2}{1-\mu_1^2}+\frac{y^2}{1-\mu_2^2}+z^2=1.$$

Par la transformation homographique

$$(1)\qquad x=\sqrt{1-\mu_1^2}\,X,\qquad y=\sqrt{1-\mu_2^2}\,Y,\qquad z=Z,$$

la quadrique Q se transforme en une sphère S. Soit alors $\Sigma(x', y', z')$ une déformée de la quadrique, on aura

$$dx^2+dy^2+dz^2=dx'^2+dy'^2+dz'^2$$

et par conséquent

$$dX^2+dy^2+dz^2=dx'^2+dy'^2+dz'^2+\mu_1^2\,dX^2+\mu_2^2\,dY^2.$$

La sphère S est donc applicable sur une variété à cinq dimensions qui a pour coordonnées x', y', z', $\mu_1 X$, $\mu_2 Y$. Le réseau conjugué commun à Q et à Σ est un réseau C; il y correspond sur la sphère et sur la variété à cinq dimensions des réseaux O applicables. Il est naturel de chercher ceux de ces réseaux qui correspondent à des équations intégrales par la méthode de Laplace. On peut limiter le champ des recherches en cherchant les types possibles; comme la transformation homographique (1) ne change pas le type d'un réseau, on voit que les seuls types possibles sur la sphère S sont ceux qu'on rencontre à la fois parmi les réseaux O et parmi les réseaux C, on a donc les quatre types possibles suivants :

$$pA, -(p+1)B;\quad pA', -(p+1)B';\quad pA', -pB';\quad pA, -pB$$

qui correspondent respectivement aux troisième, quatrième, cinquième et sixième types de mon Mémoire : *Étude des propriétés métriques des courbes dans un espace d'ordre quelconque* [1]. Chacun de ces types fournit une série de déformées de la quadrique. La marche des calculs étant la même dans

[1] *Bulletin des Sciences mathématiques*, 1912.

les quatre cas, je me bornerai au premier. Je suppose d'abord $k=2$. On détermine dans un espace d'ordre 3 une surface S_1 pour les équations

$$(2)\quad \begin{cases} Y_1 = X_1 + p x_1 + p_1 \dfrac{dx_1}{du}, & Y'_1 = X'_1; \\ Y_2 = X_2 + p x_1 + p_1 \dfrac{dx_2}{du}, & Y'_2 = X'_2; \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots; & \\ Y_5 = X_5 + p x_5 + p_1 \dfrac{dx_5}{du}, & \end{cases}$$

où $X_1, X_2, \ldots, X_5$ sont les coordonnées d'une courbe deux fois isotrope de paramètre u; X'_1 et X'_2 sont des fonctions quelconques de v; p et p_1 sont déterminés par

$$(3)\qquad Y_1 + iY'_1 = 0, \qquad Y_2 + iY'_2 = 0.$$

Les coordonnées du point que décrit S_1 sont

$$Y_3, \quad Y_4, \quad Y_5.$$

Je détermine dans un espace d'ordre 5 une variété Σ_1 par les équations

$$(4)\quad \begin{cases} T_i = Z_i + p z_i + p_1 \dfrac{dz_i}{du} & (i = 1, 2, \ldots, 6), \\ T'_i = Z'_i & (i = 1, 2, 3). \end{cases}$$

Les Z_i sont les coordonnées d'une courbe deux fois isotrope située dans un espace d'ordre 6; Z'_1, Z'_2, Z'_3 sont des fonctions de v. On détermine p et p_1 par les équations

$$(4)\qquad T_1 + iT'_1 = 0, \qquad T_2 + iT'_2 = 0.$$

Les coordonnées du point que décrit la variété Σ_1 sont

$$T_3, \quad T_4, \quad T_5, \quad T_6, \quad T'_3.$$

Si l'on a

$$(5)\quad \begin{cases} Z_1 = \omega_1 X_1, & Z_2 = \omega_2 X_2, \qquad z_1 = \omega_1 x_1, \qquad z_2 = \omega_2 x_2, \\ Z'_1 = \omega_1 X'_1, & Z'_2 = \omega_2 X'_2, \end{cases}$$

p et p_1 sont les mêmes pour les surfaces S_1 et Σ_1. Si de plus

$$(6)\quad \begin{cases} \sum\left(\dfrac{d^2x}{du^2}\right)^2 = \sum\left(\dfrac{d^2z}{du^2}\right)^2, \\ \sum\left(\dfrac{dX'}{dv}\right)^2 = \sum\left(\dfrac{dZ'}{dv}\right)^2. \end{cases}$$

Les surfaces S_1 et Σ_1 sont applicables. Je suppose, en outre,

$$(7)\qquad \begin{cases} Z_3 = \mu_1 X_3, & Z_4 = \mu_1 X_4, \\ z_3 = \mu_1 x_3, & z_4 = \mu_2 x_4, \end{cases}$$

on aura alors

$$T_3 = \mu_1 Y_3, \qquad T_4 = \mu_2 Y_4.$$

Je réduis la surface S_1 à une sphère S. Pour cela il faut

$$X_i = 0, \qquad X'_1 = \sin v, \qquad X'_2 = \cos v.$$

Les coordonnées du point que décrit la quadrique Q sont

$$\sqrt{1-\mu_1^2}\,Y_3, \quad \sqrt{1-\mu_2^2}\,Y_4, \quad Y_5.$$

Cette quadrique est applicable sur la surface décrite par le point qui a pour coordonnées

$$T_5, \quad T_6, \quad T'_3.$$

Les fonctions Z' sont déterminées par les équations

$$Z'_1 = \omega_1 \sin v, \qquad Z'_2 = \omega_2 \cos v, \qquad dZ'^2_3 = (1 - \omega_1^2 \cos^2 v - \omega_1^2 \sin^2 v)\,dv^2,$$

ce qui donne Z'_3 par une quadrature elliptique.

Les fonctions z et x satisfont aux équations (5), (6), (7) et aux équations

$$(8)\qquad \begin{cases} \sum x^2 = 0, & \sum \left(\dfrac{dx}{du}\right)^2 = 0, \\ \sum z^2 = 0, & \sum \left(\dfrac{dz}{du}\right)^2 = 0, \end{cases}$$

ce qui se ramène aux cinq équations

$$(9)\qquad \begin{cases} (1-\omega_1^2)x_1^2 + (1-\omega_2^2)x_2^2 + (1-\mu_1^2)x_3^2 + (1-\mu_2^2)x_4^2 + x_5^2 = z_5^2 + z_6^2, \\ (1-\omega_1^2)\left(\dfrac{dx_1}{du}\right)^2 + \ldots + \left(\dfrac{dx_5}{du}\right)^2 = \left(\dfrac{dz_5}{du}\right)^2 + \left(\dfrac{dz_6}{du}\right)^2, \\ (1-\omega_1^2)\left(\dfrac{d^2x_1}{du^2}\right)^2 + \ldots + \left(\dfrac{d^2x_5}{du^2}\right)^2 = \left(\dfrac{d^2z_5}{du^2}\right)^2 + \left(\dfrac{d^2z_6}{du^2}\right)^2; \end{cases}$$

$$(10)\qquad \sum x^2 = 0, \qquad \sum \left(\frac{dx}{du}\right)^2 = 0.$$

En appliquant la loi d'orthogonalité, on obtient la condition

$$(11)\qquad \frac{x_1^2}{1-\omega_1^2} + \frac{x_2^2}{1-\omega_2^2} + \frac{x_3^2}{1-\mu_1^2} + \frac{x_4^2}{1-\mu_2^2} + x_5^2 = 0;$$

on est ramené, dans le cas général, à la recherche des lignes isotropes d'une cyclide. Le problème se simplifie si deux des quatre constantes ω_1, ω_2, μ_1, μ_2 sont égales.

Dans le cas général, la surface S_1 est définie par

$$(12)\quad \begin{cases} Y_i = X_i + p x_i + p_1 \dfrac{dx_i}{du} + \ldots + p_{k-1} \dfrac{d^{k-1} x_i}{du^{k-1}} & (i = 1, 2, \ldots, 2k+1), \\ Y'_i = X'_i + q x'_i + q_1 \dfrac{dx'_i}{dv} + \ldots + q_{k-3} \dfrac{d^{k-3} x'_i}{dv^{k-3}} & (i = 1, 2, \ldots, 2k-2). \end{cases}$$

On détermine les fonctions p et q par les équations

$$(13)\qquad Y_1 + iY'_1 = 0, \qquad Y_2 + iY'_2 = 0, \qquad Y_{2k-2} + iY'_{2k-2} = 0.$$

Les coordonnées de S_1 sont Y_{2k-1}, Y_{2k} et Y_{2k+1}.

La surface Σ_1 est définie par les équations

$$(14)\quad \begin{cases} T_i = Z_i + p z_i + p_1 \dfrac{dz_i}{du} + \ldots + p_{k-1} \dfrac{d^{k-1} z_i}{du^{k-1}} & (i = 1, 2, \ldots, 2k+2), \\ T'_i = Z'_i + q z'_i + q_1 \dfrac{dz'_i}{dv} + \ldots + q_{k-2} \dfrac{d^{k-3} z'_i}{dv^{k-3}} & (i = 1, 2, \ldots, 2k-1) \end{cases}$$

avec les conditions

$$(15)\qquad T_1 + iT'_1 = 0, \qquad T_2 + iT'_2 = 0, \qquad T_{2k-2} + iT'_{2k-2} = 0.$$

Les coordonnées de Σ_1 sont

$$T_{2k-1}, \quad T_{2k}, \quad T_{2k+1}, \quad T_{2k+2}, \quad T_{2k-1}.$$

On fera

$$(16)\quad \begin{cases} Z_{2k-1} = \mu_1 X_{2k-1}, & z_{2k-1} = \mu_1 x_{2k-1}, \\ Z_{2k} = \mu_2 X_{2k}, & z_{2k} = \mu_2 x_{2k}; \\ Z_i = \omega_i X_i, & z_i = \omega_i x_i, \\ Z'_i = \omega_i X'_i, & z'_i = \omega_i x'_i \end{cases} \quad (i = 1, 2, \ldots, 2k-2).$$

Si, de plus,

$$(17)\quad \begin{cases} \sum \left(\dfrac{d^k x}{du^k}\right)^2 = \sum \left(\dfrac{d^k z}{du^k}\right)^2, \\ \sum \left(\dfrac{d^{k-2} x'}{dv^{k-2}}\right)^2 = \sum \left(\dfrac{d^{k-2} z'}{dv^{k-2}}\right)^2. \end{cases}$$

Les surfaces S_1 et Σ_1 sont applicables et l'on a

$$T_{2k-1} = \mu_1 Y_{2k-1}, \qquad T_{2k} = \mu_2 Y_{2k}.$$

On réduira ensuite la surface S_1 à une sphère en faisant

$$X_i = 0, \qquad \Sigma X_i'^2 = 1.$$

Les coordonnées du point qui décrit la quadrique sont

$$\sqrt{1-\mu_1^2}\,Y_{2k-1}, \quad \sqrt{1-\mu_2^2}\,Y_{2k}, \quad Y_{2k+1}.$$

Les coordonnées du point qui décrit la déformée sont

$$T_{2k+1}, \quad T_{2k+2}, \quad T'_{2k-1}.$$

En prenant toutes les relations auxquelles satisfont les x_i et z_i d'une part, les x_i' et z_i' d'autre part, on est conduit au résultat suivant :

La détermination des fonctions x_i et z_i se ramène à la solution du problème indiqué à la fin de ma Note du 23 décembre où l'on suppose $n=k$; la détermination des fonctions x_i' et z_i' se ramène au même problème pour $n=k-1$.

THERMODYNAMIQUE. — *Formule donnant la chaleur de vaporisation d'un liquide.* Note de M. E. **Ariès**.

Poursuivant notre but qui est de démontrer que l'équation d'état

$$p = \frac{RT}{v-\alpha} - \frac{K}{T^n(v+\beta)^2},$$

dans laquelle les covolumes α et β sont fonctions de la température, représente d'une façon satisfaisante toutes les propriétés thermiques d'un fluide, et qu'en outre, les constantes et fonctions qui y rentrent, K, n, α, β peuvent être déterminées séparément par des méthodes simples, nous établirons aujourd'hui la formule très importante qui dérive de cette équation, et qui donne la chaleur L de vaporisation d'un liquide.

Comme celle qui donne la tension de vapeur saturée du liquide, cette formule ne dépend que de l'exposant n et de la fonction que nous avons appelée Γ, somme réduite $\frac{\alpha+\beta}{\alpha_c+\beta_c} = \frac{\gamma}{\gamma_c}$ les deux covolumes.

Nous partirons des relations qui découlent de l'équation de Clausius et indiquées dans notre Communication parue aux *Comptes rendus* (t. 163, 1896, p. 737). Le lecteur voudra bien s'y reporter. Ces relations s'appliquent,

sauf celles concernant l'entropie, la capacité calorifique et la chaleur de vaporisation, au cas plus général que nous avons envisagé depuis, où les covolumes α et β seraient fonctions de la température.

L'expression (2) de l'énergie libre I donne pour l'entropie S, en la dérivant par rapport à T,

$$S = -\frac{\partial I}{\partial T} = R\log(v-\alpha) + \frac{\frac{\partial\varphi}{\partial T}}{v+\beta} - \frac{RT}{v-\alpha}\frac{\partial\alpha}{\partial T} - \frac{\varphi(T)}{(v+\beta)^2}\frac{\partial\beta}{\partial T} - \frac{\partial\Phi}{\partial T}.$$

L'application de cette formule aux deux états de saturation du fluide à une même température donne pour la différence des entropies $S_1 - S_2$, c'est-à-dire pour $\frac{L}{T}$,

$$\frac{L}{T} = R\log\frac{v_1-\alpha}{v_2-\alpha} + \frac{\partial\varphi}{\partial T}\left(\frac{1}{v_1+\beta} - \frac{1}{v_2+\beta}\right)$$
$$- RT\frac{\partial\alpha}{\partial T}\left(\frac{1}{v_1-\alpha} - \frac{1}{v_2-\alpha}\right) - \varphi(T)\frac{\partial\beta}{\partial T}\left[\frac{1}{(v_1+\beta)^2} - \frac{1}{(v_2+\beta)^2}\right].$$

Si l'on remplace $\varphi(T)$ par sa valeur tirée des relations (5),

$$\varphi(T) = \frac{RT(v_1+\beta)^2(v_2+\beta)^2}{(v_1-\alpha)(v_2-\alpha)(v_1+v_2+2\beta)}.$$

Il vient, toutes réductions faites,

$$\frac{L}{T} = R\log\frac{v_1-\alpha}{v_2-\alpha} + \frac{\partial\varphi}{\partial T}\left(\frac{1}{v_1+\beta} - \frac{1}{v_2+\beta}\right) - RT\frac{\partial\gamma}{\partial T}\left(\frac{1}{v_1-\alpha} - \frac{1}{v_2-\alpha}\right).$$

Mais dans notre équation d'état

$$\varphi(T) = \frac{K}{T^n}, \qquad \frac{\partial\varphi}{\partial T} = -\frac{nK}{T^{n+1}} = -\frac{n\varphi(T)}{T},$$

ce qui permet de donner à l'expression précédente la forme

$$\frac{L}{RT} = \log\frac{v_1-\alpha}{v_2-\alpha} + n\frac{\varphi(T)}{RT}\left(\frac{1}{v_2+\beta} - \frac{1}{v_1+\beta}\right) + T\frac{\partial\gamma}{\partial T}\left(\frac{1}{v_2-\alpha} - \frac{1}{v_1-\alpha}\right).$$

En substituant aux variables ordinaires les variables x, y, z définies par les relations (7) et suivantes, on aura

$$\frac{L}{RT} = \lambda + n\frac{27}{8x}\left(\frac{1}{y_2+1} - \frac{1}{y_1+1}\right) + T\frac{\partial}{\partial T}\log\gamma\left(\frac{1}{y_2} - \frac{1}{y_1}\right).$$

Cette expression devient enfin, en remplaçant la température T par sa valeur réduite $\tau = \frac{T}{T_c}$, et la somme γ des covolumes par sa valeur réduite $\Gamma = \frac{\gamma}{\gamma_c}$,

$$(1) \qquad \frac{L}{RT} = \lambda + n\frac{27}{8x}\left(\frac{1}{y_2+1} - \frac{1}{y_1+1}\right) + \tau\frac{\partial}{\partial\tau}\log\Gamma\left(\frac{1}{y_2} - \frac{1}{y_1}\right).$$

C'est une première formule permettant de calculer assez simplement la chaleur moléculaire de vaporisation d'un liquide, à une température quelconque, quand on connaît de l'équation d'état du fluide, l'exposant n et la fonction Γ. La valeur réduite de cette température étant τ, on en déduit la valeur de $x = \Gamma\tau^{n+1}$, et, par la Table de Clausius, les valeurs de λ, de y_1 et de y_2. Tous les facteurs qui figurent au second membre sont ainsi connus.

On peut donner de cette formule une expression plus commode encore en remplaçant λ et x par leurs valeurs en y_1 et y_2

$$\lambda = (y_1 - y_2)\frac{2y_1y_2 + y_1 + y_2}{y_1y_2(y_1+y_2+2)}, \qquad x = \frac{27}{8}\frac{y_1y_2(y_1+y_2+2)}{(y_1+1)^2(y_2+1)^2},$$

et en remarquant que

$$Z = 8\frac{y_1y_2 - 1}{y_1y_2(y_1+y_2+2)}.$$

La formule (1) devient alors, toutes réductions faites,

$$(2) \qquad \frac{L}{RT} = (y_1 - y_2)\frac{2+n}{8}Z + \left(\frac{1}{y_2} - \frac{1}{y_1}\right)\left(n + 1 + \tau\frac{\partial}{\partial\tau}\log\Gamma\right)$$

$$= (y_1 - y_2)\left[\frac{2+n}{8}Z + \frac{n + 1 + \tau\frac{\partial}{\partial\tau}\log\Gamma}{y_1y_2}\right].$$

Comme cela devait être, on trouve $L = 0$ pour la température critique ($\tau = 1$, $Z = 1$, $y_1 = y_2 = 2$), et, ce qui est rationnel, une valeur imaginaire de L, de la forme iQ, Q étant une quantité réelle, pour toute température supérieure à la température critique.

Il reste à soumettre la formule (2) au contrôle de l'expérimentation. C'est ce que nous nous proposons de faire, en nous reportant à nos récentes études sur la tension de la vapeur saturée d'un liquide, études qui nous ont permis de déterminer l'exposant n ainsi que la fonction Γ pour un certain nombre

de liquides dont les chaleurs de vaporisation ont été mesurées à diverses températures.

Ses fonctions Γ et x dépendent l'une de l'autre par la relation $x = \Gamma\tau^{n+1}$ qui les unit, et d'où l'on tire

$$\tau\frac{\partial}{\partial\tau}\log x = n+1+\tau\frac{\partial}{\partial\tau}\log\Gamma;$$

il sera parfois commode de supposer que c'est x et non Γ dont l'expression est donnée en fonction de τ : dans ce cas, la formule (2) peut s'écrire plus simplement encore comme il suit :

$$\frac{L}{RT} = (y_1 - y_2)\frac{2+n}{8}Z + \left(\frac{1}{y_2} - \frac{1}{y_1}\right)\tau\frac{\partial}{\partial\tau}\log x,$$

$$= (y_1 - y_2)\left[\frac{2+n}{8}Z + \frac{\tau\dfrac{\partial}{\partial\tau}\log x}{y_1 y_2}\right].$$

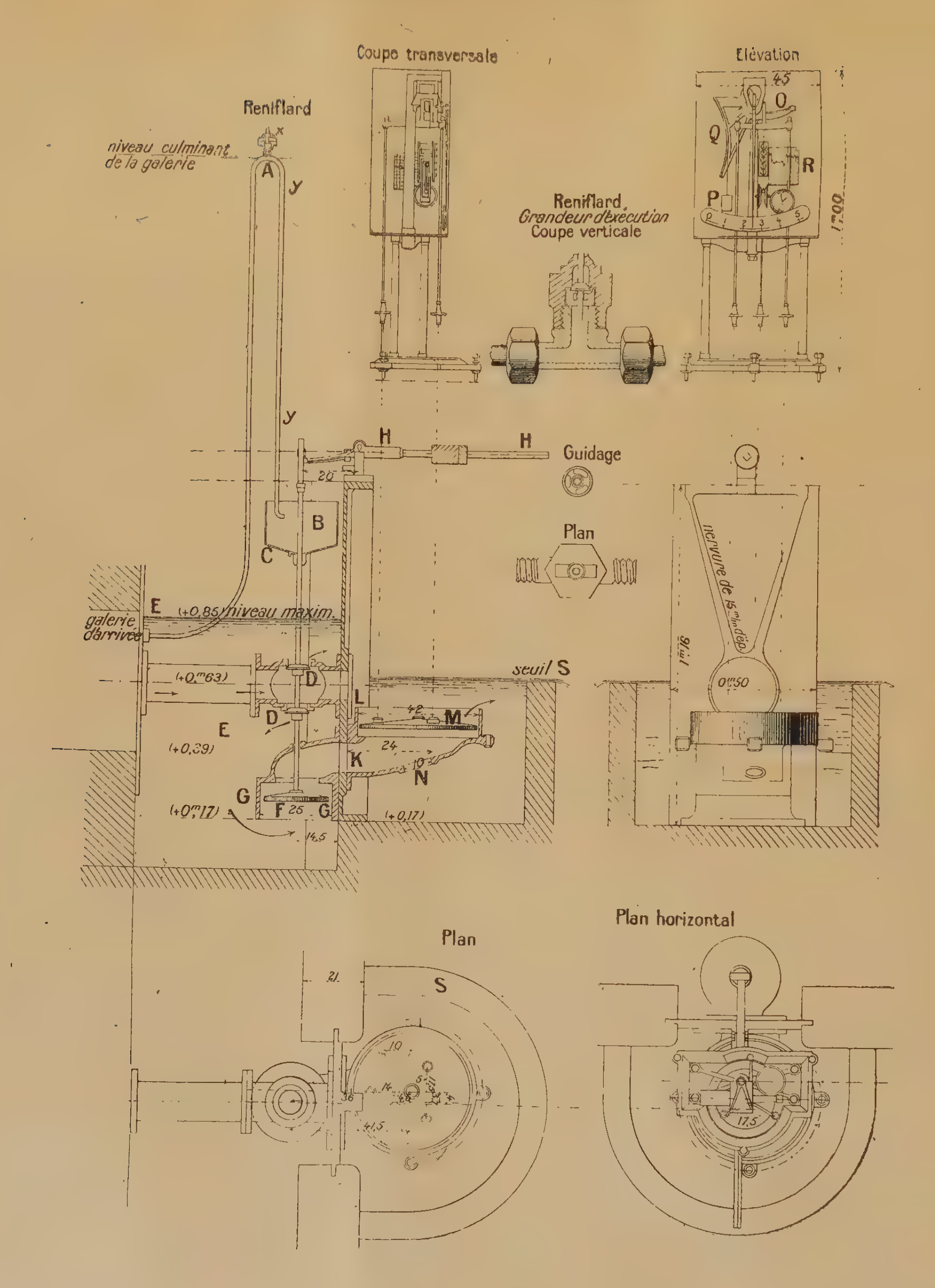
MÉMOIRES LUS.

HYDRAULIQUE. — *Régulateur et compteur du débit d'une source captée par une galerie horizontale ou faiblement inclinée*, par M. **H. Parenty**.

J'ai l'honneur d'exposer ici la solution d'une question d'hygiène urbaine qui me fut soumise en 1909 par M. G. Michel, ingénieur en chef de la ville de Nantes, à la suite d'épidémies de fièvre typhoïde qui avaient décimé la garnison et la ville de Saint-Brieuc et que les savants attribuaient à la putréfaction de certains organismes, dans la conduite d'adduction des eaux de source.

1° Cette contamination provient de ce que pendant l'été, l'aqueduc n'étant pas entièrement noyé, certaines régions de ses parois, soumises à des alternatives d'émergence et d'immersion, se recouvrent de plantes et d'animaux aérobies putrescibles, particulièrement de gastéropodes, qui y meurent et dont la dépouille rend les eaux malsaines.

2° On a de plus quelques raisons de croire que les couches perméables aquifères, dont la filtration fournit l'alimentation en eau potable de


Coupe transversale
Élévation
Reniflard
niveau culminant de la galerie
Reniflard, Grandeur d'exécution Coupe verticale
Guidage
Plan
galerie d'arrivée
niveau maxim.
seuil S
Plan
Plan horizontal

certaines villes, pourront constituer en hiver une réserve capable d'augmenter le débit en été, si l'on ferme par un régulateur de débit, l'issue de la galerie qui les amène aux réservoirs.

Ces deux objectifs déterminent une combinaison mécanique d'ensemble que je vais développer et représenter par un croquis ([1]).

a. Remplissage de la galerie. — Le régulateur doit donc en premier lieu se fermer toutes les fois que l'aqueduc n'est pas entièrement rempli d'eau. Ce résultat s'obtient au moyen d'un déversoir A (coupe transversale) placé au niveau du point culminant de la conduite et dont le débit est indispensable à l'ouverture des soupapes. A cet effet, le régulateur de débit porte un contrepoids creux B percé à la base d'un tout petit orifice C. Ce contrepoids se vide lentement dès que l'alimentation du déversoir culminant cesse de se produire, et cet allégement a pour effet de fermer les soupapes D. Ces dernières aussi se ferment hermétiquement dès que le contrepoids creux B est entièrement noyé, ce qui correspond au remplissage complet du bief de régulation. Le reniflard X a pour but de désamorcer le siphon Y dès que le niveau baisse tout en empêchant l'eau de gicler au dehors quand le niveau s'élève.

b. Régulateur de débit. — Son organe moteur est un disque horizontal F voyageant librement dans un cylindre vertical G concentrique, d'un diamètre supérieur au sien. C'est dans l'orifice annulaire compris entre la jante du disque et la paroi du cylindre, que s'effectue le débit sous une hauteur génératrice constante $p_0 - p_1$. Cette hauteur génératrice produit, sur les deux faces horizontales du disque, un effort différentiel vertical qui ne saurait varier sans provoquer le mouvement des deux soupapes équilibrées D portées par la même tige que le disque et que le contrepoids

---

([1]) H. Parenty, *Régulation et jaugeage des canaux découverts et des conduites forcées* (*Comptes rendus*, t. 104, 1887, p. 1427; t. 108, 1889, p. 505; t. 158, 1914, p. 1317); Mêmes recherches (*Annales des Ponts et Chaussées*, vol. 1, 1906; vol. 2, 1907. Paris, E. Bernard). — Bruhl, Rapport sur les mêmes travaux : médaille d'or, 24 janvier 1890 (*Mémoires de la Société d'Encouragement*. Paris, G. Chameroy). — Dr Calmette, *Recherches sur l'épuration des eaux d'égout*, 9 volumes parus; *Applications des procédés et appareils Parenty à la distribution, la régulation et le jaugeage des eaux résiduelles*, t. 2, p. 260; t. 8, p. 16; t. 9, p. 10; et *passim* (Paris, Masson).

creux B dont nous venons de parler. Cet ensemble est suspendu à l'extrémité d'un fléau de balance H et équilibré par un contrepoids glissant I dont la position définit la valeur du débit réglé.

c. Compteur totalisateur du débit. — En sortant du cylindre vertical de régulation, l'eau pénètre par un conduit latéral K dans un second cylindre L où elle agit sur un second disque M de diamètre supérieur à celui du disque F du régulateur. C'est en vérité le plateau d'une balance. Ce plateau est soumis de haut en bas à une pression différentielle proportionnelle à la hauteur génératrice du débit à travers l'orifice annulaire compris entre le disque et son cylindre. Une vanne supplémentaire N peut être réglée à la main, pour faire varier l'importance de cet orifice et donner par exemple au compteur des indications en chiffres ronds. Le plateau de cette balance de position est supporté par une poulie ou un fléau O (élévation) dont le contrepoids P repose par le soutien d'un souple ruban d'acier sur une came Q dont le tracé a été calculé pour fournir aux écarts des hauteurs proportionnelles à la racine carrée de la force ascensionnelle du plateau, c'est-à-dire, en définitive, au débit que l'on veut mesurer. Ce débit est totalisé par un totalisateur à cadrans et enregistré sur un cylindre tournant R. Le liquide jaugé s'écoule du bief qui renferme le disque de jaugeage et son cylindre, par un déversoir circulaire qui le verse dans les réservoirs.

Il convient de constater que ni la fermeture des soupapes, ni le passage des tiges, n'exigent une étanchéité absolue, et qu'ainsi tous les frottements sont évités. La sensibilité des appareils est donc *a priori* remarquable.

d. Données numériques. — Le débit de 1000^{m^3} par jour équivaut à un débit de $11^l,57$ ou en nombre rond 12^l par seconde.

e. Entrée dans le régulateur. — Elle aura lieu sous une charge que j'évalue arbitrairement à $0^m,50$. Chaque soupape équilibrée doit débiter 6^l par seconde à pleine ouverture. Supposons que le coefficient m du débit soit 0,7 et ω la surface de la soupape. L'équation du débit s'écrira

$$0,7\,\omega\sqrt{2gh} = 0^{m^3},006, \qquad \sqrt{2gh} = 3,10,$$
$$\omega = 0,0027, \qquad d = 58^{mm},8.$$

Je donne aux soupapes un diamètre de 70^{mm}, leur ouverture maxima correspondra à un mouvement de $10^{mm},5$ de hauteur. Si la pression normale

est différente de $0^m,50$, on fera varier en conséquence le diamètre des soupapes.

f. Débit dans l'orifice annulaire. — Le débit à travers l'orifice annulaire se fera sous une charge de $0^m,10$ avec une vitesse de $1^m,40$,

$$0,7\,\omega\sqrt{2gh} = 0^{m^3},012, \qquad \omega = 0,0122.$$

Prenons pour le cylindre un diamètre de $0^m,250$:

$$\begin{array}{ll} S = 0,0491^{m^2} & D = 0^m,250 \text{ (diamètre du cylindre)}, \\ -\,\omega = 0,0122 & \\ \hline S' = 0,0368 & D' = 0^m,217 \text{ (diamètre du disque)}. \end{array}$$

Force motrice totale, $0,0368 \times 0^m,10 = 3^{kg},680$ pour 100^{mm} de hauteur génératrice, 36^g pour 1^{mm}; la balance sera d'autant plus sensible qu'elle est en mouvement et oscille constamment.

g. Compteur. — Le disque et le cylindre sont calculés de façon à donner une dénivellation de 25^{mm} pour le plus fort débit. On peut du reste faire varier cette hauteur à volonté en modifiant le diamètre du disque.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre non résidant, en remplacement de M. *Pierre Duhem*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 49,

M. Wilfrid Kilian	obtient.	35 suffrages
M. Magnus de Sparre	»	7 »
M. Eugène Cosserat	»	4 »
M. Robert de Forcrand	»	2 »
M. Philippe Barbier	»	1 suffrage

M. **Wilfrid Kilian**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. **Waddell**, élu Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse des remercîments à l'Académie.

M. **Paul Pelseneer** adresse, de Gand, des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux en 1917.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les solutions algébriques des équations différentielles du premier ordre.* Note de M. **Jules Drach**.

1. La détermination effective du *groupe de rationalité* d'une équation linéaire aux dérivées partielles

$$\Omega(f) = X_1 \frac{\partial f}{\partial x_1} + \ldots + X_n \frac{\partial f}{\partial x_n} = 0,$$

où les X_i sont des polynomes en $x_1, \ldots, x_n$, exige la recherche de tous les polynomes *irréductibles* f qui satisfont à une identité

$$\Omega(f) = Mf,$$

où M est un polynome de degré $(m-1)$, si les X sont de degré m.

Je voudrais indiquer ici, en me bornant au cas de deux variables x, y, une méthode qui permet de trouver des *conditions nécessaires* à l'existence de ces polynomes, c'est-à-dire des *conditions sous lesquelles l'équation*

$$X\,dy - Y\,dx = 0 \tag{1}$$

peut posséder des solutions particulières algébriques.

La méthode pourra s'appliquer, avec des modifications convenables, quelle que soit l'allure des courbes $X = 0$, $Y = 0$ à leurs points communs; elle peut aussi s'étendre au cas de n variables. Cependant, *pour fixer les idées* et ne pas compliquer outre mesure les résultats, je supposerai que les points *singuliers* de (1), intersections de $X = 0$ et $Y = 0$, sont tous *simples* et à *distance finie*.

2. Soient une identité

$$(a) \qquad \Omega(f) = \mathrm{X}\frac{\partial f}{\partial x} + \mathrm{Y}\frac{\partial f}{\partial y} = \mathrm{M}f$$

et P un point singulier de coordonnées (x, y). On voit, en dérivant une fois (a) par rapport à x et par rapport à y, que si la courbe $f = 0$ passe *simplement* en P, la valeur de M est racine de l'équation du second degré :

$$\mathrm{S} = \begin{vmatrix} \frac{\partial \mathrm{X}}{\partial x} - \mathrm{M} & \frac{\partial \mathrm{X}}{\partial y} \\ \frac{\partial \mathrm{Y}}{\partial x} & \frac{\partial \mathrm{Y}}{\partial y} - \mathrm{M} \end{vmatrix} = 0.$$

Soient μ et μ' les deux racines de cette équation. Il suffit de former l'ensemble des dérivées d'ordre n de l'identité (a) pour reconnaître que si la courbe $f = 0$ présente en P un point multiple d'ordre n, on a, en ce point :

$$\mathrm{M} = p\mu + p'\mu',$$

où p et p' sont des entiers positifs dont la somme est n.

Enfin, si f ne passe pas en P, M s'y annule.

Tout cela subsiste lorsque M et f sont *holomorphes* au voisinage de P.

On conclut de là, lorsque M est un polynome de degré $(m - 1)$,

$$\mathrm{M} = \Sigma a_{\alpha\beta} x^\alpha y^\beta \qquad (\alpha + \beta \leqq m - 1),$$

qu'en tout point singulier P_i, de coordonnées ξ_i, η_i,

$$\mathrm{M}(\xi_i, \eta_i) = p_i \mu_i + p'_i \mu'_i.$$

On a donc m^2 équations linéaires aux inconnues $a_{\alpha\beta}$; les $\frac{m(m+1)}{2}$ premières déterminent ces coefficients en supposant les p, p' connus, pourvu que les points singuliers correspondants ne soient pas sur une même courbe de degré $(m - 1)$, et les suivantes donnent alors $\frac{m(m-1)}{2}$ relations :

$$(\Delta) \qquad \Sigma_i \Theta_{ij}(p_i \mu_i + p'_i \mu'_i) = 0 \qquad \begin{pmatrix} i = 1, \ldots, \frac{m(m+1)}{2}; j \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} j = 1, \ldots, \frac{m(m-1)}{2} \end{pmatrix}$$

où les Θ_{ij} sont des déterminants formés avec les coordonnées de

$\frac{m(m+1)}{2}$ points singuliers. L'annulation de l'un d'eux exprime que les points singuliers correspondants sont sur une même courbe de degré $(m-1)$; l'annulation de tous ceux qui correspondent à un même indice j exprimerait que $\frac{m(m+1)}{2}+1$ points singuliers, sont sur la même courbe de degré $(m-1)$. Ces cas sont *singuliers*.

Si l'équation (1) admet une solution particulière algébrique $f=0$, le système (Δ) où les Θ_{ij}, μ_i, μ'_i sont *algébriques* dans le *domaine de rationalité des coefficients* de X et Y, doit admettre pour les p_i, p'_i une solution *en nombres entiers positifs*.

Comme la courbe $M=0$ ne passe (sauf des cas singuliers) que par $\frac{m(m+1)}{2}-1$ points singuliers au plus, chaque courbe $f=0$ doit passer au moins par $\frac{m(m-1)}{2}+1$ de ces points; pour autant de couples (p_i, p'_i) la somme $p_i+p'_i$ doit être différente de zéro.

Enfin, comme en tous les points singuliers qui ne sont pas des *nœuds* (où $\mu':\mu$ est un nombre rationnel positif), il passe au plus deux branches d'intégrales algébroïdes (d'après les recherches de MM. Poincaré et Emile Picard), on peut dire que *si* $f=0$ *est irréductible*, on a en ces points $p \leq 1$, $p' \leq 1$.

3. Le système (Δ) possède, en général, k *solutions fondamentales* dont toutes les autres sont des combinaisons linéaires à coefficients entiers positifs. On peut donc affirmer qu'une fonction algébrique (ou holomorphe) f, qui satisfait à l'identité $\Omega(f)=Mf$ où M est un polynome, donne pour M une expression $\alpha_1 M_1+\ldots+\alpha_k M_k$ où les M_i correspondent aux solutions fondamentales, les α étant des entiers positifs.

La connaissance de M fixe la multiplicité possible de chaque point singulier pour la courbe $f=0$. Lorsque f est un polynome irréductible, les α doivent être choisis de manière que tout point autre qu'un nœud ait au plus la multiplicité 2, comme on l'a vu plus haut. Cela limite, *parfois*, les entiers α et le nombre des cas à étudier.

Si l'intégrale générale de (1) est algébrique, on peut l'écrire $\frac{f}{g}=$ const. et supposer f et g irréductibles et ne passant que par les nœuds; il y aura donc au moins une identité

$$\alpha_1 M_1+\ldots+\alpha_k M_k=\beta_1 M_1+\ldots+\beta_k M_k,$$

où les α et les β sont choisis de telle sorte que les nœuds seuls se présentent dans les deux membres, qui s'annulent aux autres points.

Si l'on ne peut former avec les M_i, qui sont connus, une identité satisfaisant à ces conditions, l'intégrale générale n'est pas algébrique.

Lorsqu'il existe seulement h solutions particulières algébriques irréductibles, le système (Δ) admet des solutions dépendant de h entiers positifs arbitraires : le nombre k est donc au moins égal à h; on sait que ce dernier nombre atteint au plus $\frac{m(m+1)}{2}$.

Je ferai observer, en terminant, que dans les recherches antérieures (sauf celles de Darboux), recherches qui portent surtout sur l'*intégrabilité algébrique* de (1), on n'avait envisagé que le voisinage d'un point singulier et le quotient Y : X.

Dans la recherche actuelle interviennent, *simultanément*, *tous les points singuliers et les deux polynomes* X *et* Y *eux-mêmes*. C'est ce qui explique la possibilité de résultats nouveaux. Je reviendrai ailleurs, en détail, sur les applications particulières.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les polynomes d'approximation et l'existence des dérivées*. Note de M. **Paul Montel.**

Les recherches de MM. Lebesgue, de la Vallée Poussin, S. Bernstein, D. Jackson ont mis en évidence le lien étroit qui rattache les propriétés différentielles d'une fonction d'une variable à l'ordre de la meilleure approximation $\mu(n)$ de cette fonction par un polynome de degré inférieur ou égal à n.

1. Soit $P(x)$ un polynome de degré n, à coefficients réels ou complexes dont le module ne dépasse pas M pour tous les points du segment $(-1, +1)$ de l'axe réel. Les modules des dérivées d'ordre entier de ce polynome ont, en chaque point du plan et en particulier sur ce segment, des limites supérieures que l'on peut exprimer en fonction de M et de n. Cette proposition a été d'abord obtenue par M. Dulac en 1908. Elle a été précisée en 1912 par M. S. Bernstein au moyen d'une étude approfondie de certains polynomes de Tchebichef.

On obtient des résultats analogues à l'aide de la représentation conforme

$$2x = z + \frac{1}{z}$$

qui fait correspondre aux points du plan des x où l'on a effectué la coupure rectiligne $(-1, +1)$ les points du plan des z intérieurs au cercle $z = 1$ (¹).

Introduisons la dérivée généralisée de Riemann-Liouville pour un ordre quelconque α, entier ou non. On est alors conduit à la proposition générale suivante que j'énoncerai pour un polynome à deux variables $P(x, y)$:

Soit $P(x, y)$ *un polynome de degré* m *en* x *et de degré* n *en* y *dont le module est inférieur à* M *dans un domaine* (Γ). *Pour tous les points d'un domaine quelconque* (Γ') *intérieur à* (Γ), *le module de la dérivée* $D^{\alpha+\beta}_{x^\alpha y^\beta}$ *est inférieur à* $km^\alpha n^\beta M$, k *désignant une constante indépendante du polynome.*

2. Soient $f(x)$ une fonction de la variable x et $\Delta_h^{(r)}$ la différence d'ordre r de cette fonction pour les accroissements $h, 2h, \ldots, rh$ donnés à x. Si le rapport $\left|\frac{\Delta_h^{(r)}}{h^r}\right|$ est borné, cette fonction peut être approchée par un polynome de degré n tel que $\mu(n) < \frac{A}{n^r}$; on en déduit, à l'aide de la proposition précédente, l'existence pour $f(x)$ de toutes les dérivées d'ordre inférieur à r. On arrive au même résultat en remplaçant le rapport $\frac{\Delta_h^{(r)}}{h^r}$ par le rapport $\frac{\Delta_h^{(r)}}{h^\alpha}$, dans lequel α désigne un nombre quelconque inférieur à r. Donc :

Si, pour une fonction $f(x)$, *le module du rapport* $\frac{\Delta_h^{(r)}}{h^\alpha}$ $(\alpha \leqq r)$ *est borné dans l'intervalle* $(-1, +1)$, *la fonction* $f(x)$ *possède une dérivée d'ordre quelconque inférieur à* α *pour tout point* x *intérieur à cet intervalle.*

Par exemple, si le rapport $\frac{f(x+h) - f(x)}{h}$ est borné, M. Lebesgue a établi que la dérivée $f'(x)$ existe *presque partout*; si le rapport

$$\frac{f(x+2h) - 2f(x+h) + f(x)}{h^{\varepsilon+1}}$$

est borné pour une valeur ε positive aussi petite que l'on veut, la dérivée $f'(x)$ existe *partout*. Si la dérivée d'ordre entier r existe et satisfait à une condition de Lipschitz d'exposant ε, toutes les dérivées dont

(¹) J'ai communiqué cette méthode à M. Dulac en juillet 1908. Elle a été, depuis, signalée et utilisée par M. Marcel Riesz seulement pour le calcul du module maximum de $P(x)$ en un point du plan (*Acta mathematica*, 1916, p. 341).

l'ordre est inférieur à $r+\varepsilon$ existent partout. En particulier, dire qu'une fonction $f(x)$ satisfait à une condition de Lipschitz d'exposant ε revient à dire que cette fonction admet des dérivées d'un ordre quelconque inférieur à ε.

3. Soient $f(x, y)$ une fonction des deux variables x et y; $\Delta_h^{(r)}$ la différence d'ordre r pour des accroissements $h, 2h, \ldots, rh$ donnés à x, y étant constant, et $\Delta_k^{(s)}$ la différence d'ordre s pour des accroissements $k, 2k, \ldots, sk$ donnés à y, x étant constant.

Si, pour une fonction $f(x, y)$, les modules des rapports $\frac{\Delta_h^{(r)}}{h^\alpha}$ $(\alpha \leqq r)$ et $\frac{\Delta_k^{(s)}}{k^\beta}$ $(\beta \leqq s)$ *sont bornés dans un domaine* (Γ), *la fonction possède, en chaque point intérieur au domaine, toute dérivée partielle d'ordre* $\alpha' + \beta$ *pour laquelle* $\frac{\alpha'}{\alpha} + \frac{\beta'}{\beta} < 1$.

Cette dernière condition peut s'interpréter aisément de la manière suivante. Soient $O\alpha$, $O\beta$ deux axes; faisons correspondre à chaque dérivée partielle d'ordre $\alpha + \beta$, le point de coordonnées (α, β). Soient A et B les points $(\alpha, 0)$ et $(0, \beta)$: toute dérivée partielle correspondant à un point (α', β') situé à l'intérieur du triangle OAB existe en chaque point (x, y) intérieur au domaine (Γ).

Par exemple, si les rapports $\left|\frac{\Delta_h^{(3)}}{h^{2+\varepsilon}}\right|$ et $\left|\frac{\Delta_k^{(3)}}{k^{2+\varepsilon}}\right|$ sont bornés, les dérivées f''_{x^2}, f''_{xy}, f''_{y^2} existent partout. Si les rapports $\left|\frac{\Delta_h^{(r)}}{h^r}\right|$ et $\left|\frac{\Delta_k^{(s)}}{k^s}\right|$ sont bornés pour chaque valeur de r et chaque valeur de s, la fonction $f(x, y)$ possède des dérivées partielles de tous les ordres.

ARITHMÉTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — *Détermination des points entiers des courbes algébriques unicursales à coefficients entiers.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

I. Les équations indéterminées

$$f(x, y) = 0, \tag{1}$$

où f est un polynome entier à coefficients entiers en x, y de degré n, que

l'on sait résoudre en nombres entiers, autrement dit les courbes algébriques (1) dont on sait trouver les points *entiers* (c'est-à-dire à coordonnées entières) ne formaient jusqu'ici que des catégories peu nombreuses. J'en ai récemment indiqué une nouvelle très étendue en complétant un résultat établi par M. A. Thue, dont la démonstration présentait une lacune, et le généralisant beaucoup [1]. Je rappelle l'énoncé obtenu.

L'équation irréductible

$$\varphi_m(x, y) + \varphi_s(x, y) + \varphi_{s-1}(x, y) + \ldots + \varphi_0 = 0,$$

où φ_i est un polynome homogène en x, y de degré i à coefficients entiers $(s < m)$, et φ_m est de plus un polynome irréductible, ne peut avoir une infinité de points entiers que si

$$s \geqq m_1 - 1, \quad \text{quand} \quad m = 2m_1, \qquad \text{et} \qquad s \geqq m_1, \quad \text{quand} \quad m = 2m_1 + 1.$$

II. On verra de suite que ce théorème est indépendant de ceux que je vais indiquer, notamment du plus important : on peut, grâce à un nombre fini d'opérations, trouver les points entiers des équations (1) *indécomposables, de degré $n > 2$, et de genre zéro*, c'est-à-dire déterminer les points entiers des courbes unicursales.

L'équation (1) peut être supposée irréductible; si elle est décomposable, dans le cas le plus général, elle a moins de n^2 points rationnels.

Envisageons le cas où elle est indécomposable et de genre zéro.

Les travaux de MM. Hilbert, Hurwitz et Poincaré permettent de trouver les points rationnels. S'il y a moins de $n-3$ points simples rationnels, ce qui exige n pair, il y a un nombre fini de points entiers. S'il y a au moins $n-3$ points simples rationnels, il y en a une infinité correspondant aux valeurs rationnelles d'un paramètre t, fonction rationnelle à coefficients entiers de x et y; on a

$$(2) \qquad x = \frac{f_2(t)}{f_1(t)}, \qquad y = \frac{f_3(t)}{f_1(t)},$$

où f_1, f_2, f_3 sont des polynomes à coefficients entiers n'ayant pas de diviseur commun, de degré $\leqq n$, l'un étant de degré n. Soit

$$t = \frac{p}{q}, \qquad f_i\left(\frac{p}{q}\right) = \frac{1}{q^n} f_i(p, q)$$

[1] *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 4e série, t. 16, août 1916.

(p, q premiers entre eux, p positif ou négatif); on a

$$x = \frac{f_2(p, q)}{f_1(p, q)}, \qquad y = \frac{f_3(p, q)}{f_1(p, q)};$$

pour tout point entier simple, $f_1(p, q)$ divise $f_2(p, q)$ et $f_3(p, q)$.

Soit n_1 le degré de $f_1(t)$; par application de la théorie algébrique et arithmétique du plus grand commun diviseur et grâce à l'identité de Bezout, je trouve : 1° que si $0 < n_1 < n$, le nombre des points entiers est limité, p, q étant solution d'une équation $f_1(p, q) = \pm B$, où B est un entier positif dont la valeur est limitée en fonction des coefficients de (1), et q étant lui-même limité; 2° que si $n_1 = n$, une circonstance analogue se présente, sans que q soit forcément limité; mais le théorème du n° 1 s'applique. On conclut que l'équation (1), indécomposable et de genre zéro, a un nombre fini de points entiers, sauf dans les cas exceptionnels suivants, qui peuvent fournir une infinité de pareils points, ainsi que le montrent des exemples étendus : 1° $f_1 = K = \text{const.}$; 2° $f_1 = \alpha(Mt + N)^n$, cas qui peut se ramener au précédent; 3° n étant pair, $f_1 = \alpha(Mt^2 + Nt + P)^{\frac{n}{2}}$; α, M, N, P entiers, et dans le troisième cas, $N^2 - 4MP$ positif et non carré. De là on conclut ensuite, en distinguant d'assez nombreux cas, une méthode pour déterminer les points entiers par un nombre fini d'opérations.

III. Les mêmes procédés sont utilisables pour trouver les valeurs rationnelles de t qui, dans (2), rendent x seul entier (f_2 et f_1 étant premiers entre eux), ou à la fois x, y entiers (f_1, f_2, f_3 sans diviseur commun), les polynomes étant ici absolument quelconques et à coefficients entiers.

Soit encore l'équation à coefficients entiers

$$\varphi_n(x, y) + \varphi_k(x, y) = 0 \qquad (k < n),$$

où φ_k, φ_n sont premiers entre eux, et qui est irréductible ; si $tx = y$,

$$x^{n-k} = \frac{\varphi_k(1, t)}{\varphi_n(1, t)};$$

on obtient la solution complète en entiers quand le nombre des points entiers est limité. Il n'en peut être autrement que si

$$(3) \quad \varphi_n = \alpha(My + Nx)^n, \qquad \text{ou, } n \text{ étant pair,} \qquad \varphi_n = \alpha(My^2 + Nxy + Px^2)^{\frac{n}{2}}.$$

Soit le conoïde $z = \dfrac{f_2(x, y)}{f_1(x, y)}$, où f_1, f_2 sont homogènes, de degré n, premiers

entre eux et à coefficients entiers. Posant $x = \lambda q$, $y = \lambda p$ (λ, p, q entiers; p, q premiers entre eux), les procédés ci-dessus donnent la solution complète; les points entiers sont répartis sur un nombre fini de droites du conoïde, à moins peut-être que $f_1(x, y)$ ne soit d'une des formes (3).

Ces procédés s'étendent aux courbes unicursales de l'espace à k dimensions. Les points entiers s'obtiennent par un nombre fini d'opérations : ils ne peuvent être en nombre illimité que sous des conditions très restrictives analogues à celles du n° II.

Ce qui précède fera l'objet d'un Mémoire détaillé, où l'on trouvera quelques autres exemples d'application des mêmes méthodes.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Principes et règles scientifiques pour l'établissement des longs tunnels sous nappe d'eau.* Note [1] de M. CHARLES RABUT, présentée par M. L. Lecornu.

D'assez nombreux tunnels de plusieurs kilomètres ont déjà été construits, sur l'avis de géologues et d'ingénieurs éminents, soit sous une nappe souterraine (Marot, Meudon), soit sous un lac (Simplon), un bras de mer (sud de New-York) ou une rivière (Severn, Hudson, Lœtschberg). Il est néanmoins sans exemple qu'un tel travail ait pu être achevé sans effondrement du plafond et irruption de l'eau, causant de lourdes dépenses, de longs retards et des morts d'hommes souvent nombreuses. Presque toujours aussi, on a reconnu après coup que le désastre eût pu être évité par un léger changement de tracé et des mesures propres à limiter le tassement du sol.

L'expérience a donc invariablement condamné la pratique usuelle dont les caractéristiques sont le percement d'une galerie unique de reconnaissance servant en général de galerie d'avancement revêtue incomplètement et provisoirement, en avance quelquefois notable sur l'élargissement du tunnel pourvu lui-même plus ou moins tard d'un revêtement non étanche ni soustrait aux trépidations, galeries et tunnel percés quelquefois en pente, c'est-à-dire exposés à être noyés.

La méthode que j'institue ici a pour principe de *subordonner la détermination du tracé en plan et en profil, tous les autres dispositifs du projet et tous les moyens d'exécution à l'obligation majeure de prévenir l'inondation*,

---

[1] Séance du 20 janvier 1919.

subsidiairement d'en atténuer les effets. D'où la règle pratique d'*affecter à l'étanchéité, en les intensifiant, tous les moyens dont on usait jusqu'ici en vue de l'économie*, économie apparente qui, en fin de travaux, s'est toujours révélée illusoire.

En appliquant cette règle aux phases successives de l'établissement de l'ouvrage envisagé (reconnaissance du sol, rédaction du projet, exécution des travaux), je prescris les dispositifs suivants :

1° Percer au moins deux galeries de reconnaissance entre lesquelles s'intercalera, en plan, le tracé de la ligne (chemin de fer, route, canal, conduite);

2° S'il y a deux sens de circulation, prévoir deux tunnels indépendants l'un de l'autre;

3° Dans ce cas, percer une troisième galerie de reconnaissance, intermédiaire;

4° Espacer les galeries assez pour ne pas sujétionner le tracé des tunnels;

5° Tracer les tunnels indépendamment des galeries de reconnaissance et de façon que jamais deux *zones de tassement* n'empiètent l'une sur l'autre [1];

6° Assigner, s'il y a deux tunnels, une limite plus élevée aux pentes qu'aux rampes (règle applicable même à une conduite si elle doit charrier des matières solides);

7° Ne jamais avancer en pente;

8° Pourvoir immédiatement chaque galerie de reconnaissance ou tunnel, au fur et à mesure de son avancement, d'un revêtement complet avec dispositif d'étanchement absolu (armature superficielle soudée);

9° Exécuter ce revêtement avec des panneaux en béton léger à haute résistance, c'est-à-dire de poids minimum, la rapidité d'exécution étant requise pour l'arrêt des tassements;

10° Amortir les trépidations par l'emploi de ballast en sable, de traverses, longrines ou blochets en bois tendre et de rails soudés bout à bout.

---

[1] La zone de tassement d'une galerie ou d'un tunnel est le massif compris au-dessus entre deux surfaces réglées ayant pour génératrices les droites tangentes inférieurement au profil de l'excavation et inclinées comme le talus naturel d'écoulement du terrain.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le troisième trimestre de* 1918. Note de M. J. **Guillaume**, présentée par M. B. Baillaud.

Il y a eu 86 jours d'observations dans ce trimestre et l'on en déduit les principaux faits qui suivent :

Taches. — Un regain d'activité dans la production de ces phénomènes s'est manifesté dans les deux premiers mois du trimestre, et l'on a enregistré, au total, 98 groupes avec une aire de 8950 millionièmes, au lieu de 80 groupes et 4844 millionièmes, précédemment [1].

Cette augmentation se rapporte presque toute à l'hémisphère boréal, avec 51 groupes au lieu de 37 ; dans l'autre hémisphère on a noté 47 groupes au lieu de 43.

La tache qui a traversé le méridien central du disque solaire le 26,7 août, à +16° de latitude, a été visible à l'œil nu.

La comparaison des latitudes moyennes [2], de part et d'autre de l'équateur, accuse une augmentation de 1°,0 au sud, avec —14°,0 au lieu —13°,0, et une diminution de 2°,8 au nord, avec +11°,5 au lieu de +14°,3.

Régions d'activité. — On a enregistré 163 groupes de facules, avec une surface totale de 204,8 millièmes, au lieu de 150 groupes et 183,8 millièmes.

Cette augmentation se reporte toute au nord de l'équateur, avec 14 groupes en plus, soit 87 au lieu de 73, tandis qu'il y a diminution d'un groupe au sud, avec 76 au lieu de 77.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
		1918 Juillet. — 0,00.			
28- 7	10	1,9		+ 5	93
27- 4	8	2,1	—19		22
29-30	2	2,2		+14	4
1-2	2	2,7		+ 5	9
27- 8	12	3,2		+ 9	108
27- 8	12	3,3		+17	65
28- 8	10	4,0		+12	49
		Juillet (suite).			
8-11	2	5,8		+ 5	10
1- 8	8	6,2		+12	37
1-12	10	7,1		+12	336
11-13	3	7,7	—18		18
3-14	10	9,1	—14		217
3-14	10	9,3		+16	101
11-16	6	11,3	—12		57

(1) Voir *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 1028.

(2) Page 1029, pour la moyenne des latitudes australes à la fin du Tableau du mois de mai, il faut lire —12°,3 au lieu de —12°,9.

Tableau I. — *Taches* (suite).

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'obser-vations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juillet (suite).			
13	1	11,6	—19		6
11-18	6	12,4	—18		66
14	1	13,8	— 1		7
13-19	7	13,9	— 9		344
11-15	5	15,1	—10		16
19-21	3	15,5		+13	109
12-17	6	17,4		+ 5	19
12-16	4	18,2	—13		17
21-23	3	20,7	—13		20
21-26	6	20,8		+15	30
15-26	12	21,1		+ 8	421
17-28	12	23,0	—14		115
19-30	12	23,9		+16	287
24-29	3	26,0		+16	9
28	1	26,5	—17		8
23-29	7	26,8	—25		18
22- 1	11	27,8	—17		76
24-28	5	28,3		+ 7	14
28-30	3	30,0	—22		12
26-29	3	30,3		+ 7	5
27- 5	10	30,8		+17	312
1	1	30,8	— 9		12
26-28	3	31,8		+ 6	74
	29 j.		—14°,7	+10°,9	
		Août. — 0,00.			
26- 6	12	1,2		+ 5	218
30	1	1,8	—12		10
28- 8	12	3,0		+10	80
8- 9	2	6,1	— 6		10
11	1	6,4	—18		7
1- 2	12	7,3	—20		386
2-11	10	8,5	—22		113
4-13	7	9,5	— 9		34
13	1	9,8	—19		23
5-11	7	11,5		+14	57
10	1	12,2		+ 3	2
11-17	7	13,3	—12		19
8-10	3	14,5	—11		40
8-16	9	14,5		+16	93
10-18	7	15,2		+18	7
11	1	15,5	— 6		4
10-22	13	16,2		+ 9	298
17-20	4	16,3		+21	35
10-22	13	17,1		+ 8	311
20-23	4	17,7		+11	177
		Août (suite).			
12-22	11	18,5	—14		141
22	1	19,3	—15		2
14-22	9	19,6		+15	43
21-26	6	21,4	— 9		98
17-29	12	23,6	—20		379
19-22	4	24,8	—19		63
20-25	6	25,7		+ 6	9
23-27	5	26,3	— 1		17
22-26	5	26,5	—12		12
20- 1	12	26,7		+16	591
20- 1	12	26,9		+ 5	203
23-26	2	28,0		+ 3	5
24-30	4	30,2		+10	3
31- 3	4	31,1		+ 7	7
31- 2	3	31,9		+24	3
	30 j.		—13°,2	+11°,2	
		Septembre. — 0,00.			
29-30	2	3,1		+22	22
31- 4	5	3,1	—11		24
29- 2	5	3,8	—20		26
2	1	4,1		+22	3
2-11	9	7,7	—22		26
10	1	8,7	— 5		3
6-15	7	10,3	—15		70
10-14	5	10,3	—28		59
6-12	6	11,0		+13	23
6-13	7	12,4		+11	39
7-14	7	13,2		+11	44
10-20	11	14,8	—13		360
122	1	18,2		+12	3
5-26	9	21,8		+18	35
17-29	11	23,2		+15	163
20-29	8	23,6		+ 8	274
17-26	8	23,6	— 9		76
18-29	10	24,4	— 8		62
25-26	2	25,2	—11		11
28- 1	4	25,7		+12	278
27	1	25,9		+22	7
26- 2	7	27,3		+ 6	36
22-26	3	27,9	— 8		7
3-4	2	28,3		+ 5	125
27-30	4	28,8	—19		10
27- 5	9	30,1	—12		541
	27 j.		—13°,9	+13°,6	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1918.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet......	»	»	2	11	4	17	20	9	11	»	»	»	37	3123
Août........	»	»	1	11	5	17	18	10	6	2	»	»	35	3500
Septembre..	»	»	2	7	4	13	13	3	7	3	»	»	26	2327
Totaux....	»	»	5	29	13	47	51	22	24	5	»	»	98	8950

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1918.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet......	»	1	3	14	5	23	29	9	15	5	»	»	52	70,2
Août........	1	»	4	16	4	25	30	13	13	4	»	»	55	68,4
Septembre...	»	»	11	10	7	28	28	9	14	5	»	»	56	66,2
Totaux....	1	1	18	40	16	76	87	31	42	14	»	»	163	204,8

PHYSIQUE. — *Sur les incendies provoqués par les ondes hertziennes.* Note (¹) de M. **George A. Le Roy.**

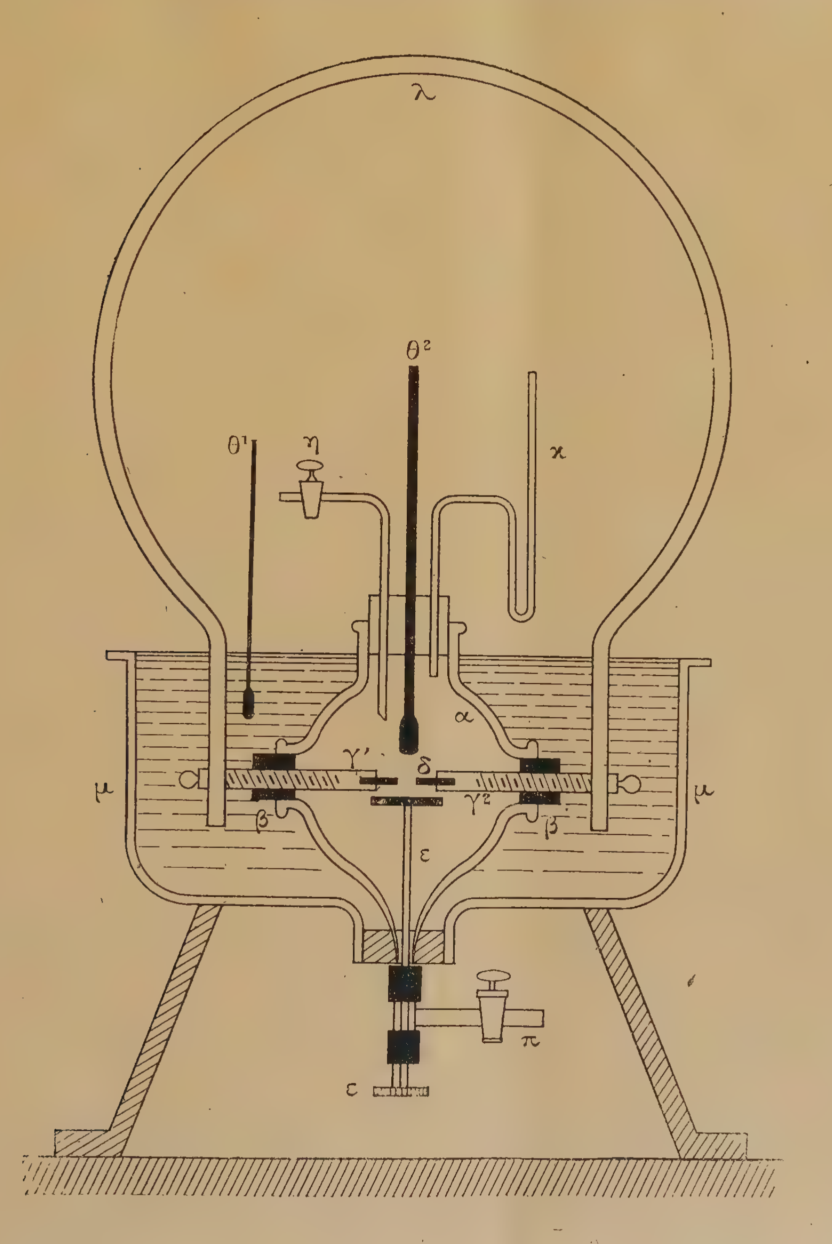
On admet que des incendies ont pu être occasionnés, avec l'intervention de phénomènes exceptionnels de résonnance, par les ondes hertziennes lancées à travers l'espace par les opérations de la télégraphie sans fil.

Au cours de ces dernières années de guerre, où l'emploi des ondes hertziennes pour les besoins de la télégraphie sans fil s'est développé dans des proportions considérables comme multiplicité et intensité, j'ai été amené, en qualité d'expert judiciaire, à constater plusieurs cas d'incendies où, toutes les autres causes possibles étant éliminées par l'examen des faits, aucune autre explication de l'origine des incendies n'était admissible, hormis celle de l'intervention malencontreuse des ondes hertziennes.

Pour soumettre, en laboratoire, à l'investigation expérimentale cette action incendiaire des ondes hertziennes sur diverses matières inflammables, j'ai construit le dispositif suivant que je dénomme *résonnateur-inflammateur.*

(¹) Séance du 20 janvier 1919.

C'est un ballon en verre quadritubulé (α), muni en ses deux tubulures latérales (β)



de deux électrodes en laiton (γ^1, γ^2), filetées micrométriquement et vissables à travers

des écrous mastiqués dans ces tubulures. Ces électrodes sont forées à leur extrémité interne (δ) de façon à pouvoir y recevoir, à frottement dur, des sous-électrodes de forme et de nature diverses (platine, cuivre, fer, fonte, charbon, etc.). L'autre extrémité des électrodes (γ) est fixée par une pince à un cercle métallique (λ) en cuivre ou fer, ayant $0^m,50$ à 1^m ou plus de diamètre. On voit que ce système est susceptible de fonctionner à la manière du résonnateur classique de Hertz; l'étincelle induite éclatant en (δ), mais en vase clos et en contact avec les substances inflammables qui y sont mises en expérimentation.

La tubulure supérieure du ballon est obturée par un bouchon portant un manomètre (x), un thermomètre (θ) et un tube abducteur (η) avec robinet. La tubulure inférieure donne passage, à travers un presse-étoupe, à une tige (ε) portant un plateau en mica, destiné à supporter les matières expérimentées. Un tube abducteur en verre (π), avec robinet, est raccordé avec cette tubulure.

Le ballon est facultativement chauffable par un bain d'huile de vaseline contenu dans une cloche à douille (μ), mise en position renversée; ce dispositif permet de faire varier les températures auxquelles les matières sont soumises à l'action des étincelles.

Le tube abducteur (π) communique avec l'air ambiant, qui est introduit dans le ballon par un aspirateur relié au tube (η). Pour l'expérimentation des phénomènes d'oxydation lente ou de combustion latente, que peuvent éprouver certaines matières, on les évalue d'après les quantités d'acide carbonique engendrées. A cet effet on opère avec de l'air préalablement purifié d'acide carbonique, par passage à travers des tubes laveurs contenant de la potasse ou de la chaux sodée, puis au besoin séchés par l'acide sulfurique, ou le chlorure de calcium. Le courant gazeux aspiré passe, à la sortie du ballon, à travers un ou plusieurs flacons laveurs contenant de l'eau de baryte. D'après la quantité de carbonate de baryum formé on évalue l'intensité de la combustion lente.

Mes recherches de laboratoire ont été effectuées, ce résonnateur-inflammateur étant influencé par les ondes hertziennes, relativement peu intenses, obtenues au moyen d'une bobine Ruhmkorff (à isolant semi-liquide injecté sous le vide) construite, vu les difficultés de guerre, par mes propres moyens. Ce transformateur, admettant au primaire une intensité maxima d'une vingtaine d'ampères et donnant aux bornes du secondaire une étincelle de 45^{cm} à 50^{cm} de longueur, était actionné par un courant continu de secteur, interrompu par une turbine à mercure. Comme condensateur du circuit oscillant, je me suis servi de *carreaux fulminants* construits avec des feuilles de verre à vitres garnies de papier d'étain, suspendues verticalement par des cordons vernis et présentant une quadruple armature de $1^m \times 0^m,50$ de surface. L'antenne d'émission était constituée par un gros fil métallique étalé en une double spire de $0^m,50$ de diamètre.

Dans ces conditions de dispositif expérimental, ne mettant en œuvre que des intensités électriques restreintes, par comparaison avec celles employées dans les grands postes de télégraphie sans fil, j'ai pu déterminer, à la distance de quelques mètres, l'inflammation de substances combustibles diverses, telles que fulmi-coton, amadou, étoupes, papier, coton en ouate, laine ensimée, etc. L'inflammation m'a paru facilitée par l'emploi d'électrodes en fer; ce métal semble exalter le pouvoir calorifique des étincelles.

Ces expériences de laboratoire présentent, à mon sens, des points de similitude caractérisée avec ce qui existe dans la pratique courante quant à l'incendie des ballots de coton, tels que les établit l'industrie. En effet, les dites balles de coton brut sont encerclées, sous compression, par des bandes ou cercles en fer. Si, au cours des transports, un cercle vient à se trouver rompu ou dériveté et disjoint, sous l'action de la force d'expansion centrifuge du coton comprimé, ou par autre avarie telle qu'un choc, il en résultera une minime solution de continuité métallique dans le cercle, par quoi se trouvera réalisée une sorte de résonnateur hertzien. Sous l'influence des ondes électriques, émises par la télégraphie sans fil (mais pouvant aussi résulter de l'électricité météorologique), des étincelles éclateront au point de solution de continuité, et, se trouvant en contact avec des filoches de coton, elles enflammeront celles-ci, déterminant ensuite l'incendie du ballot et des ballots voisins. Un sinistre semblable peut survenir, par un mécanisme analogue, sur des ballots de coton entassés les uns sur les autres, pour arrimage dans un navire, un wagon, etc. En effet le contact des cercles métalliques des ballots peut constituer un circuit électrique présentant les conditions de capacité et d'auto-induction, requises pour réaliser les phénomènes de résonnance; si ce circuit se trouve interrompu par contact imparfait entre deux ballots, il en résultera une solution minime de continuité métallique, où éclateront les étincelles incendiaires, aptes à enflammer le coton, comme le démontre le *résonnateur-inflammateur* décrit ci-dessus.

PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur la gravitation.* Note de M. V. Crémieu, présentée par M. E. Bouty.

A la suite d'expériences précédemment décrites [1], j'ai conclu que le balayage de l'espace par des lignes de force gravifiques, émanées de corps

(1) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 586 et 670.

pesants, ne modifiait pas l'attraction newtonienne de ces corps, lorsque les vitesses de rotation sont dix millions de fois supérieures à celles des planètes, et les vitesses linéaires périphériques des masses en mouvement sont de l'ordre de $\frac{1}{100\,000}$ de la vitesse de la lumière. Si l'on admet *a priori* que l'attraction newtonienne est due à une propriété encore inconnue de l'éther du vide, il est naturel de chercher s'il n'existe pas de relation entre cette propriété inconnue et les propriétés élastiques bien connues de l'éther, c'est-à-dire les propriétés électromagnétiques.

Dans cet ordre d'idées, j'ai exploré le champ électromagnétique au voisinage immédiat d'un cylindre de plomb, pesant 50^{kg}, et tournant à 1200 tours par minute.

1° *Le champ électrique* entre la surface du cylindre et une électrode fixe n'est pas modifié, au $\frac{1}{100\,000}$ près, par la rotation du cylindre.

2° *Champ hertzien.* — J'ai installé un circuit oscillant de manière que les lignes de force gravifiques entraînées par la rotation du cylindre de plomb viennent balayer l'espace compris entre les boules de l'excitateur de ce circuit. Celui-ci était réglé à la limite d'oscillation. Pour cela, j'avais disposé, au voisinage immédiat du circuit oscillant, une antenne réceptrice, reliée à un circuit comprenant une capacité, une self, une galène et un téléphone, placé à 100^{m} du laboratoire.

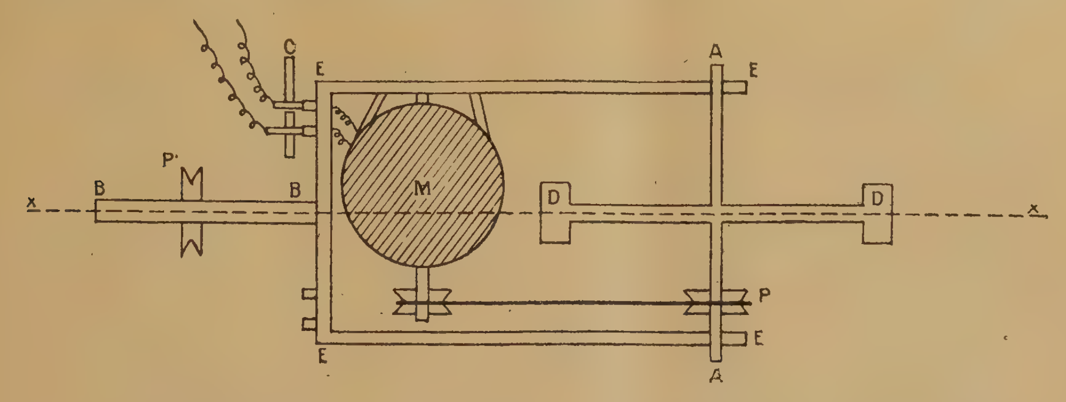
Les deux circuits étant accordés au maximum, on agissait sur la self du circuit émetteur, jusqu'à ce que l'observateur placé au téléphone cessât de percevoir les signaux. A ce moment, on mettait le cylindre de plomb en rotation, et l'on cherchait si la perception n'était pas rétablie. L'expérience a été faite successivement dans des positions telles que le plan de balayage par les lignes de force gravifiques, était parallèle, puis perpendiculaire à la ligne joignant les boules de l'excitateur. Aucune modification n'a pu être constatée à la perception.

3° *Plan de polarisation de la lumière.* — Deux nicols à l'extinction, traversés par un faisceau de lumière monochromatique, ont été placés au voisinage du cylindre de plomb, de manière qne le plan de balayage vienne couper le faisceau entre les deux nicols, à angle droit, ou soit parallèle à ce faisceau.

Je n'ai pu constater aucune réapparition de lumière dans l'une ou l'autre de ces positions.

Je conclus de cet ensemble d'expériences que le balayage de l'espace par des lignes de force gravifique, parallèlement à un plan, ne modifie pas les propriétés élastiques de l'éther électromagnétique.

J'ai alors cherché à produire à la fois un balayage et une torsion du plan de balayage, à l'aide de l'appareil suivant :



Un volant DD, muni d'un axe AA, tourne dans deux paliers fixés à un cadre EEEE qui porte aussi un petit moteur électrique M. Celui-ci entraîne le volant, par la poulie P, et reçoit le courant d'un collecteur C.

Le cadre EEEE est fixé sur un axe BB, tournant dans des paliers non figurés, et entraîné par une poulie P'.

La masse du volant, presque toute concentrée à la périphérie, pèse 3^{kg}; son diamètre extérieur est de 18^{cm}.

Les vitesses de rotation que l'on peut donner au volant, autour de AA, et simultanément ou séparément, au cadre, autour de BB, sont respectivement de 1200 et 500 tours par minute.

Analysons ce qui se passe dans une région de l'espace, au voisinage du volant, et dans le prolongement de l'axe BBXX.

Je me place toujours dans l'hypothèse que *la masse* est due à une propriété de l'éther du vide.

Quand le volant est au repos, la région XX est traversée par un certain nombre N de lignes de force gravifiques, émanées du volant. Ce nombre N définit le champ. Quand le volant tourne autour de AA avec une vitesse angulaire ω, la région XX est balayée, par seconde, par Nω lignes de force.

Ce nombre N définit ce que l'on pourrait appeler le *champ cinétique du volant;* et dans notre hypothèse, c'est dans ce champ qu'il faudrait situer l'énergie cinétique du volant. Celle-ci se traduit par la réaction que le volant en mouvement oppose à toute action qui tend à dévier son axe de rotation AA, réaction qui s'interprète comme une rigidité du champ cinétique.

Les expériences décrites dans une Note antérieure, et dans la première partie de la présente Note, m'ont permis de conclure que cette rigidité ne modifie ni l'attraction newtonienne, ni les propriétés électromagnétiques de l'éther.

Laissant tourner le volant autour de AA, animons le cadre EEEE d'une rotation de vitesse angulaire ω', autour de XX, perpendiculaire à AA.

Pour l'espace environnant, cette seconde rotation correspond à une torsion du plan de rigidité créé par la rotation autour de AA.

Cette rotation se traduit pour le volant, par la réaction gyroscopique bien connue, réaction qui est fonction du produit $\omega\omega'$, et qui atteint une valeur très considérable, pour de faibles valeurs de ω et ω'.

J'ai répété, dans la région XX, les différentes expériences précédentes. J'ai constaté ainsi que :

1° L'attraction newtonienne n'est pas modifiée, au $\frac{1}{10000}$ près, dans la région XX.

2° Les propriétés de l'éther électromagnétique ne sont pas modifiées dans cette région.

Comme conclusion d'ensemble, je crois donc pouvoir dire :

Si la masse est due à une propriété de l'éther du vide, cette propriété n'a pas d'action sur les propriétés élastiques de l'éther.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les pertes d'énergie dans les diélectriques des câbles armés* Note de M. SWYNGEDAUW, transmise par M. A. Blondel.

Lorsqu'on charge un câble triphasé à une différence de potentiel alternative donnée entre les trois âmes connectées ensemble et l'enveloppe, le quotient de la puissance P en watts absorbés par le carré du courant I en ampères ne donne pas, comme on pourrait le croire *a priori*, la résistance effective du câble

$$R = \frac{P}{I^2}.$$

La valeur de R ainsi déduite est de l'ordre de 30 fois celle obtenue par la méthode décrite antérieurement; la raison en est que la *presque totalité de l'énergie absorbée par le câble ainsi alimenté l'est dans les isolants plutôt que dans les conducteurs;* l'expérience suivante le démontre nettement.

Soient deux câbles triphasés C_1 et C_2 joignant la sous-station S à un poste de transformateur T.

Dans une première disposition, les trois âmes de chacun de ces câbles sont connectées ensemble entre elles en S et les trois âmes de C_1 connectées aux âmes de C_2 en T; les câbles sont associés en *série*.

Dans une deuxième disposition, les câbles associés comme dans le premier cas ont en outre leurs extrémités libres de la sous-station S connectées entre elles; les câbles sont associés en *parallèle*.

L'expérience montre que dans les deux dispositions série ou parallèle, la consommation en watts reste sensiblement la même quand on applique une tension alternative U entre les extrémités des âmes de C_1 et l'enveloppe.

Le courant fourni par la source est le même courant de capacité (l'effet Ferranti étant négligeable pour des câbles d'une dizaine de kilomètres de long); les pertes dans le diélectrique sont restées les mêmes dans les deux cas, mais les pertes dans les parties métalliques ont été réduites dans l'association en parallèle au quart de leur valeur dans l'association en série.

Les quatre ou cinq câbles sur lesquels j'ai pu opérer n'absorbant pas la même puissance par kilomètre et par volt, quoique la spécification et la construction fussent identiques, je fus conduit à attribuer ces différences dans les pertes observées à une différence dans les températures; les câbles n'avaient pas le même parcours.

Pour vérifier cette hypothèse je chauffais, pendant quelques heures, les âmes des câbles C_1, C_2 par du courant triphasé basse tension, je mesurais la puissance absorbée dans le diélectrique des câbles sous tension à vide U volts entre les trois âmes connectées ensemble et l'enveloppe, avant et après le chauffage. La température des âmes était mesurée électriquement par variation de leur résistance un temps très court (de l'ordre de 2 minutes) après la suppression du courant de chauffage, je mesurais ensuite de temps en temps la puissance P absorbée par le diélectrique des câbles sous tension, je traçais la courbe de la variation de la puissance P portée en ordonnée en fonction du temps écoulé depuis la suppression du courant de chauffage porté en abscisse, je pouvais ainsi déterminer, par une extrapolation sûre, la puissance absorbée par le diélectrique du câble à l'instant de la mesure de la température.

La température θ du sol était prise au voisinage de la sous-station au fond d'un trou ayant $0^{m},80$ de profondeur.

J'ai opéré sur des câbles triphasés $3 \times 100^{mm^2}$ à tension normale de

service 10000 volts entre conducteurs; voici les résultats d'une expérience sur câble de longueur $3^{km},6$; capacité $1^{\mu\varphi},316$.

La température θ du sol au voisinage de la sous-station étant 12°, un courant de chauffage amenait les âmes à 24° au-dessus de celle de l'enveloppe; 1 heure après la suppression du courant de chauffage la température des âmes et la consommation dans le diélectrique étaient redevenues les mêmes qu'avant le chauffage.

Pour une tension de 10750 volts entre âmes et enveloppe, le câble consomme 1858 watts dans son diélectrique avant le chauffage et seulement 1000 watts quand la température excède de 24° celle de l'enveloppe, ce qui correspond *à une diminution de* 1,9 *pour* 100 *par degré d'excès de la température des âmes sur celle de l'enveloppe*. Dans un câble sous charge, *le diélectrique étouffe d'autant moins les surtensions que les âmes sont plus chaudes*, c'est-à-dire que le courant y est plus intense et depuis un temps plus long.

La perte de puissance W dans le diélectrique d'un câble de capacité C chargé à la tension U entre âmes et enveloppe à la fréquence F est donnée par une relation de la forme

$$W = (a + bU)\,CFU^2,$$

où a et b sont des constantes.

A la température de 12° la perditance du câble a la valeur

$$g = \frac{W}{U^2L} = 4,4.10^{-6} \text{ mhos par km};$$

quand les âmes échauffées par le courant ont atteint la température de 24°,

$$g = 2,4.10^{-6} \text{ mhos par km}.$$

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les conditions d'utilisation de l'appareil de Schilling, pour le contrôle de l'hydrogène industriel.* Note de MM. F. **Bourion** et **Ch. Courtois**, présentée par M. A. Haller.

La grandeur utile pour l'hydrogène destiné à l'aéronautique est la force ascensionnelle, qui pour 1^l dans les conditions normales a pour expressions

(1) $$f = 1,29349\,(1 - D),$$

où D est la densité de l'hydrogène par rapport à l'air. Des deux instruments

destinés à sa mesure, la balance à hydrogène et l'appareil de Schilling, on préfère ce dernier, parce qu'il est moins délicat et plus transportable. Il est basé sur la loi de Graham : les temps t_H et t_a que mettent des volumes égaux d'hydrogène et d'air à traverser dans les mêmes conditions le même orifice étroit, sont en raison directe des racines carrées des densités correspondantes :

$$\frac{t_H}{t_a} = \sqrt{\frac{d_H}{d_a}} \quad \text{ou} \quad \frac{t_H^2}{t_a^2} = \frac{d_H}{d_a} = D.$$

On a donc

$$(2) \qquad f = 1,29349\left(1 - \frac{t_H^2}{t_a^2}\right).$$

Si l'impureté est uniquement de l'air, comme cela arrive fréquemment pour l'hydrogène industriel électrolytique, le volume v de cet air contenu dans $100\,v$ d'hydrogène

$$(3) \qquad v = \frac{100\,D - 6,948}{1 - 0,06948} = \frac{100\,\frac{t_H^2}{t_a^2} - 6,948}{0,93052}$$

peut ainsi être en même temps déterminé.

L'appareil de Schilling se compose essentiellement d'une éprouvette cylindrique portant deux traits au voisinage de ses extrémités dont l'inférieure, ouverte, repose sur le fond d'une éprouvette plus large remplie d'eau. Deux robinets dont l'un à trois voies, placés sur une monture métallique que présente supérieurement l'appareil, permettent de mesurer le temps que mettent des volumes égaux d'hydrogène et d'air compris entre ces deux traits, à traverser dans les mêmes conditions une petite ouverture située vers l'extrémité de cette monture. Ces raisonnements, corrects seulement pour des gaz secs, sont en défaut dans les conditions où l'on fait les mesures, puisque les gaz sont saturés de vapeur d'eau. Si donc on désigne par v_1 le volume d'air contenu dans $100\,v$ d'air sec, l'expression de sa densité par rapport à l'air, mesurée à l'appareil de Schilling, est

$$(4) \qquad D = \frac{0,622\,F_t + (760 - F_t)\,\frac{100 - v_1}{100} \times 0,06948 + (760 - F_t)\,\frac{v_1}{100}}{760 - 0,378\,F_t},$$

où F_t est la tension maxima de la vapeur d'eau.

On se rend compte, en portant les valeurs de D dans les formules (1) et (3), que la vapeur d'eau apporte un trouble important, dans les détermi-

nations de v et f, comme le montre le Tableau suivant obtenu avec un hydrogène sec où l'on suppose 2 pour 100 en volume d'air sec :

t.	0°.	10°.	20°.	30°.
v................	2,37	2,73	3,41	4,57
f................	1,1751	1,1708	1,1626	1,1487

Pour voir dans quelle mesure l'expérience confirmait ces prévisions, nous avons fait des déterminations de force ascensionnelle et de volume d'air par l'appareil de Schilling, d'un hydrogène électrolytique, en échelonnant nos mesures sur une année, afin de mettre à profit les variations de température qui se produisent avec la saison. Nous avons observé notamment :

Température.	8°.	17°.	29°.
v................	1,75	2,3	3,76

et des variations correspondantes pour f.

Ainsi, selon qu'on opère à 8° ou à 29°, on trouve pour le volume d'air un nombre variant du simple au double.

Il est donc impossible, sans commettre des erreurs graves, de déterminer la force ascensionnelle par l'appareil de Schilling, en traitant les gaz comme s'ils étaient secs, ainsi qu'on le fait dans la pratique courante.

Nous avons alors dressé une Table à double entrée, où figurent les températures échelonnées de 5° en 5°, et les valeurs correspondantes de v et de f calculées par les formules (4), (3) et (1) permettant de ramener les valeurs mesurées à celles v_1 et f_1 qu'on observerait si le gaz était sec. Nous en extrayons les nombres suivants :

Gaz sec.		0°.		15°.		30°.	
v_1.	f_1.	v.	f.	v.	f.	v.	f.
0	1,2036	0,37	1,1992	1,05	1,1910	2,62	1,1721
5	1,1434	5,36	1,1391	5,99	1,1315	7,49	1,1335
10	1,0833	10,34	1,0792	10,94	1,0719	12,36	1,0548

On peut se demander ce que deviennent les volumes et les forces ascensionnelles mesurées par l'appareil de Schilling lorsque l'impureté de l'hydrogène sec est un autre gaz que l'air, comme cela peut arriver notamment pour des hydrogènes obtenus à partir de ferro-siliciums.

La densité D d'un hydrogène, dont 100^{vol} de gaz sec renferment une

impureté gazeuse de volume v_1 et de densité moyenne δ, mesurée par l'appareil de Schilling est, tous calculs faits,

$$(4') \qquad D = \frac{0{,}622\,F_t + (760 - F_t)\dfrac{6{,}948 + v_1(\delta - 0{,}06948)}{100}}{760 - 0{,}378\,F_t}.$$

En utilisant cette formule, on voit aisément que la correction indiquée précédemment pour les volumes ne s'applique pas à un gaz de densité différente de celle de l'air, et notamment pour l'hydrogène arsénié qui est environ 2,5 fois plus dense.

Mais on peut montrer que la Table de corrections précédentes, relatives aux forces ascensionnelles, est valable quelle que soit l'impureté gazeuse de l'hydrogène sec, car la densité de l'hydrogène sec est

$$(4'') \qquad D_1 = \frac{6{,}948 + v_1(\delta - 0{,}6948}{100}$$

et tous les hydrogènes secs souillés par des impuretés différentes, de même force ascensionnelle f_1, ont aussi même valeur de D_1 et pour eux on a

$$v_1(\delta - 0{,}06948) = \text{const.} = k.$$

Leur densité mesurée par l'appareil de Schilling, de la forme

$$D = \frac{0{,}622\,F_t + (760 - F_t)\dfrac{6{,}948 + k}{100}}{760 - 0{,}378\,F_t},$$

montre que tous ces hydrogènes à des températures égales ont même valeur de D, c'est-à-dire de la force ascensionnelle.

Donc, *la correction que nous proposons a, en ce qui concerne la force ascensionnelle, la seule grandeur qui intéresse l'aéronautique, une valeur absolue et est indépendante de l'impureté gazeuse qui souille l'hydrogène sec.*

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la constitution des vapeurs nitreuses.* Note de MM. **P. Jolibois** et **A. Sanfourche**, présentée par M. H. Le Chatelier.

On sait que le peroxyde d'azote forme, dans le mélange de NO et de O, le terme final de l'oxydation du bioxyde d'azote. On a moins de certitude

quant au mécanisme de cette oxydation, sur lequel les divers auteurs diffèrent notablement. Pour tenter d'élucider cette question, nous avons recherché quelle est la constitution du gaz ou du mélange gazeux ordinairement désigné sous le terme assez vague de *vapeurs nitreuses* et comment elle varie lorsqu'on modifie les proportions des gaz qui leur donnent naissance.

L'air et le bioxyde d'azote sont renfermés dans des gazomètres à écoulement formés par des flacons tubulés de 10 litres. Un système de robinets et de manomètres de vitesse permet de les faire circuler dans les proportions choisies et avec un débit constant, de façon à connaître avec une exactitude satisfaisante la masse de chaque gaz écoulée dans l'unité de temps. Ils passent ensuite sur une longue colonne de chlorure de calcium, qui assure leur dessiccation d'une manière pratiquement suffisante, sinon parfaite. Les gaz secs se réunissent et réagissent dans la branche droite d'un tube en Y, qui peut être prolongée par des tubes de diverse capacité; connaissant cette capacité, le débit total et la variation de volume résultant de la réaction, il est facile de déduire le temps pendant lequel les gaz réagissants demeurent en contact avant de passer dans l'appareil à analyse.

Cet appareil est constitué par un tube à boules rempli d'acide sulfurique concentré, dans lequel barbotent les gaz; alors que le bioxyde d'azote n'est pas absorbé, l'anhydride azoteux est intégralement transformé en sulfate acide de nitrosyle, tandis que le peroxyde d'azote donne molécules égales de ce corps et d'acide nitrique. Un essai au nitromètre combiné avec un titrage au permanganate permettra donc de calculer les proportions de N^2O^3 et de N^2O^4 avec une approximation de $\frac{1}{2}$ pour 100 dans les conditions de nos expériences.

Les résultats obtenus peuvent être ainsi résumés :

1° Si l'air et le bioxyde d'azote sont dans les proportions nécessaires pour former N^2O^3, la combinaison est instantanée; au bout de $\frac{1}{10}$ de seconde, la réaction est complète. Après 100 secondes de contact, il ne s'est pas formé de composés nitriques, ce qui montre que N^2O^3 gazeux ne subit pas de dissociation dans ces conditions.

2° Les gaz réagissants étant dans les proportions nécessaires pour former NO^2, la combinaison atteint très rapidement le stade N^2O^3. Après 1 seconde, il n'y a pas sensiblement de peroxyde d'azote formé; après 20 secondes, la proportion en est de 34 pour 100; après 37 secondes, de 68 pour 100, et après 100 secondes, de 92 pour 100, c'est-à-dire que la transformation totale en N^2O^4 est presque atteinte.

3° Si l'oxygène est fourni en excès, soit pur, soit sous forme d'une proportion d'air plus élevée, les temps constatés pour la formation de N^2O^4 sont du même ordre de grandeur. Dans aucun cas, et quelque prolongé que soit le contact, l'oxydation n'est allée plus loin que le stade N^2O^4.

Nous avons également examiné l'action d'une température élevée sur les vapeurs nitreuses, en les faisant passer dans un tube de quartz chauffé, où elles séjournaient 2 secondes; nous avons constaté qu'au delà de 400°, l'équilibre tendait vers N^2O^3, avec destruction partielle des vapeurs nitreuses.

GÉOLOGIE. — *Sur un point de l'histoire de l'océan Pacifique.* Note de M. J. **Repelin**, présentée par M. Pierre Termier.

Les îles de la Polynésie française sont considérées généralement comme d'origine entièrement volcanique ou corallienne. Les travaux de M. L.-G. Seurat [1], parus en 1906, sont encore très affirmatifs à cet égard. En particulier, l'opinion de ce distingué voyageur est nettement exprimée pour les îles basses Touamotou; elles sont d'origine corallienne. L'examen fortuit de roches rapportées par M. Rozan, ingénieur civil des Mines, d'un voyage de recherches à l'une de ces îles, Makatea, m'a révélé l'existence, dans cette région, de sédiments appartenant à l'ère tertiaire. Ce sont des calcaires durs, cristallins, très blancs, à débris de mollusques variés et de divers animaux à coquille calcaire. A. Agassiz, dans un de ses voyages, d'août 1899 à mai 1900, avait recueilli déjà des fossiles provenant de ces calcaires. Dans le compte rendu de ce voyage, A. Agassiz, en 1903, attribue, d'accord avec Dall, ces fossiles au Tertiaire, mais sans préciser davantage. Il nous est possible d'apporter à cette observation, d'ailleurs passée à peu près inaperçue, quelques précisions intéressantes. Le calcaire tertiaire présente des moules externes, remarquablement bien conservés, de divers Mollusques, dont les espèces sont sans doute nouvelles pour la Science. A. Agassiz, sans indiquer aucun genre, les compare à ceux des îles Fidji.

Ce sont : Un Cérithe de petite taille à ornementation très particulière, à nombreux

---

[1] *Tahiti et les Établissements français de l'Océanie.* Exposition coloniale Marseille. Paris, Challamel, éditeur.

tours assez arrondis, saillants, 12 à 14, ornés de côtes longitudinales, 16 à 12 par tour, et de petites côtes transversales, au nombre de 4 par tour et 5 au dernier; il y a de petits tubercules à l'entrecroisement des deux systèmes de côtes, qui forment ainsi un véritable treillis; la longueur est de 7^{mm} à 8^{mm}; cette forme semble assez voisine du *Cerithium perelegans* Desh., espèce très variable, mais dont l'ornementation en réseau orthogonal est exactement celle de cette petite espèce; les dimensions sont les mêmes.

Un autre exemplaire représente peut-être une variété; il est plus petit, 5^{mm} à 6^{mm}, avec des tours un peu plus plats, plus scalariformes; les mailles du treillis sont plus nettes et carrées, non rectangulaires.

Une petite Natice globuleuse, à tours arrondis, à spire en mamelon arrondi de 4^{mm} à 5^{mm} de large, ornée de stries obliques d'accroissement, à ombilic recouvert en partie par une callosité columellaire, présente les plus grandes analogies avec *Nat. lisseolata* Desh. du calcaire grossier d'Angleterre et de l'Auversien de France.

Enfin et surtout, un petit Lamellibranche du genre *Goniocardium* [*Fragum* Bolf., 1798 ([1])], petite espèce de 8^{mm} à 9^{mm} de haut et de 6^{mm} à 7^{mm} de long, ornée de petites côtes, 26 à 30, rayonnantes, pourvues de fines aspérités dirigées transversalement; elle ne serait pas sans analogie avec *Fragum mite* Cossm., mais elle est plus grande et ses côtes ne sont pas lisses et plates.

L'ensemble de cette faunule auquel il faut ajouter de petits *Cardium*, des Vénus, des Polypiers, a un caractère éocénique. Le genre *Goniocardium* n'est connu que de cette période.

Ainsi, dans ce groupe des Tuamotou, les coraux ont, au moins dans les îles occidentales les plus connues, une base éocène. L'allure des calcaires tertiaires dans l'île de Makatea ([2]) est assez particulière et exceptionnelle. Ils forment falaise au Nord, au Nord-Est et au Nord-Ouest et s'élèvent en certains points à plus de 70^{m}. Vers le Sud ils s'abaissent graduellement vers l'Océan. Sur la côte occidentale, la falaise s'interrompt un instant et les calcaires tertiaires forment deux terrasses étagées, l'une à 24^{m}, l'autre à 40^{m} environ. Les coraux actuels bordent jusqu'à l'altitude de 10^{m} les calcaires tertiaires. La sonde, à moins de 1^{km} de la côte, s'enfonce brusquement à une profondeur de 400^{m}. Sur la côte est, les assises tertiaires, en falaise de plus de 70^{m} de haut, montrent à différents niveaux des excavations allongées

---

([1]) *In* Cossmann, *Catalogue illustré des coquilles fossiles de l'Éocène des environs de Paris* (Société royale zoologique et malacologique de Belgique), fasc. 1, octobre 1886, p. 165, et *Ibid.*, Appendice, n° 5, p. 63.

([2]) Renseignements de M. Rozan.

dans le sens de la côte indiquant de loin la stratification et témoignant, par les traces d'usure et de poli, de la surrection lente de l'île.

L'existence et l'allure de sédiments éocènes dans cette lointaine région, leur caractère néritique nous permettent quelques déductions d'ordre général.

La mer éocène dont les dépôts sont répartis dans un grand géosynclinal s'étendant dans la région du Japon, de la plus grande partie des Iles de la Sonde, des Célèbes, des Philippines, de la Nouvelle-Guinée, de la Nouvelle-Calédonie, des Fidji, et jusqu'à la Nouvelle-Zélande, avançait donc, bien plus à l'Est et au Nord qu'on ne l'admettait jusqu'ici, dans la partie centrale du Pacifique méridional. L'existence de dépôts néritiques dans les Fidji et les Touamotou au nord de la région des grands géosynclinaux de la fin du Crétacé, semble bien indiquer qu'une région continentale devait s'étendre depuis le nord des Fidji jusqu'au nord des Touamotou, c'est-à-dire qu'elle vient à l'appui de l'hypothèse toujours discutée de l'existence de continents dans l'emplacement actuel de l'Océan pacifique.

Une autre conclusion s'impose, c'est qu'après le dépôt de l'Eocène, la région des Touamotou a été le théâtre de phénomènes de fracture joints à d'énormes érosions qui ont démantelé les calcaires tertiaires exondés, créé l'Archipel ; et que ce sont les débris du continent post-éocène qui, à une époque relativement récente, ont servi de base à la formation des récifs.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La pluie en France. Calcul des anomalies et du coefficient d'altitude.* Note de M. E. Mathias, présentée par M. E. Bouty.

1. Considérons le cas d'un département d'altitude élevée qui exige [1] l'emploi de la formule

$$h = k_0 + k\mathrm{A} - \frac{1}{2}\left(\frac{\mathrm{A}}{100}\right)^2, \tag{3}$$

et supposons que toutes les anomalies sont faibles. La formule (3) peut s'écrire

$$h - \mathrm{A} + \frac{1}{2}\left(\frac{\mathrm{A}}{100}\right)^2 = k_0 + (k-1)\mathrm{A}. \tag{3 bis}$$

(1) Voir ma précédente Note, *Comptes rendus*, t. 168, 1919, p. 105.

Pour $k \neq 1$, le premier membre est une fonction linéaire de A croissante ou décroissante, suivant que k est > 1 ou < 1.

Le cas d'anomalies toutes faibles est un cas idéal qui n'est jamais réalisé. Pratiquement, si l'on range toutes les stations considérées par ordre d'altitude croissante, les nombres

$$y = h - A + \frac{1}{2}\left(\frac{A}{100}\right)^2$$

seront ou sensiblement constants ($k = 1$) ou régulièrement croissants ou décroissants, mais il y aura çà et là des nombres notablement aberrants.

On fera souvent disparaître ces bizarreries en s'appuyant sur la remarque suivante :

Prenons deux axes rectangulaires; portons en abscisse A et en ordonnée $y = (h - A) - \frac{1}{2}\left(\frac{A}{100}\right)^2$. A cause des anomalies, les points obtenus dessineront une *constellation* dont les *étoiles* seront de part et d'autre de la droite idéale

$$(4) \qquad y = (h - A) + \frac{1}{2}\left(\frac{A}{100}\right)^2 = k_0 + (k - 1)A = k_0 - (1 - k)A.$$

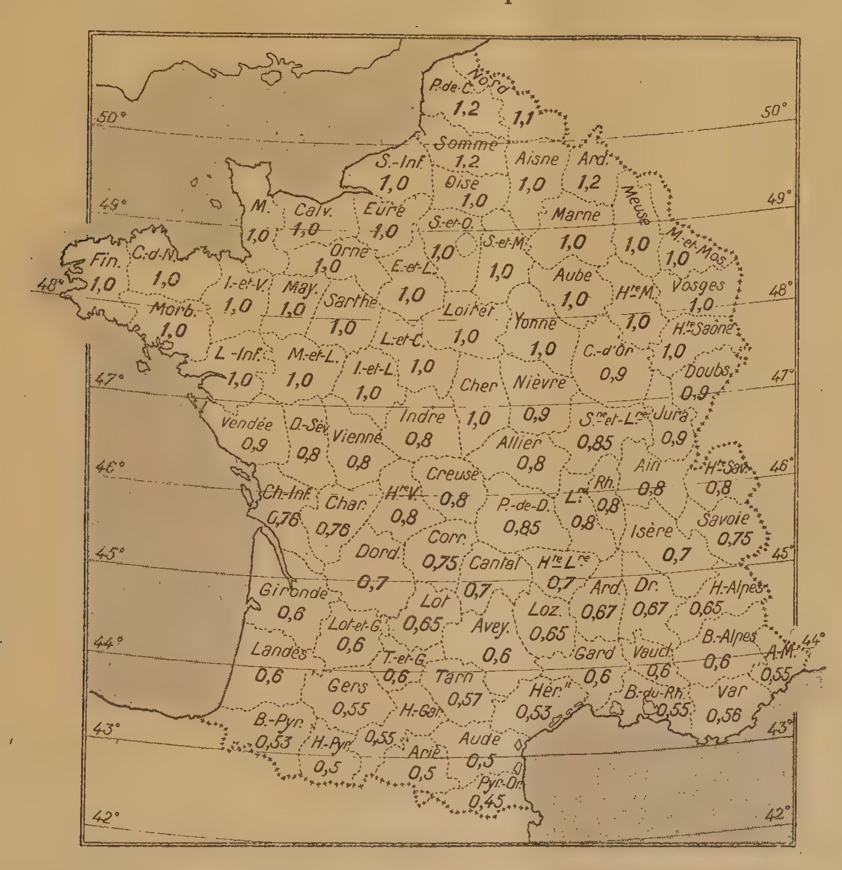
Joignons une *étoile supérieure* (anomalie positive) à une *étoile inférieure* (anomalie négative); le milieu de la droite qui les joint sera beaucoup plus voisin de la droite (4) que chacune d'elles, *quelle que soit la différence des abscisses, grande ou petite*. De même pour le centre de gravité du triangle de 3 étoiles (2 supérieures et 1 inférieure, ou inversement).

Cela veut dire que nous aurons le droit de remplacer 2, 3, 4, ... nombres par leur moyenne arithmétique, à condition d'attribuer la nouvelle valeur de $(h - A) + \frac{1}{2}\left(\frac{A}{100}\right)^2$ à une station *virtuelle* dont l'altitude sera la moyenne arithmétique des altitudes des stations *réelles* dont elle dérive.

Donc, en groupant convenablement, 2 à 2 ou 3 à 3, les nombres trop grands et trop petits, on ramènera la régularité nécessaire au calcul de k_0 et de k.

Lorsque plusieurs stations d'un département n'ont que des anomalies faibles, les autres pouvant se détruire 2 à 2 ou 3 à 3, l'application de la méthode précédente est aisée et d'une sécurité absolue, les stations *virtuelles* venant se placer sur la droite (4) définie par les stations *réelles* n'ayant que des anomalies faibles.

2. Même dans les départements où l'altitude reste faible, les anomalies ne sont pas toujours complètement neutralisables 2 à 2 ou 3 à 3, et il y a un reste inutilisable d'*anomaliès résiduelles* que nous laisserons délibérément



de côté, sauf à les interpréter plus tard ([1]) en détail. Cette manière de faire est acceptable parce qu'en France la proportion des *anomalies résiduelles* dans l'ensemble des stations d'un département demeure faible, de l'ordre de 10 pour 100 par exemple et souvent moindre.

([1]) On doit considérer l'anomalie de chaque station comme la somme algébrique des termes dus à la pente et au relief du sol, augmentée de l'erreur commise sur la hauteur h si le nombre des années qui donnent cette moyenne est trop petit, et du terme provenant de l'état de la surface du sol (nu et stérile, ou cultivé, ou couvert d'arbres, etc.).

3. Appliquée à la France, y compris la Corse, la méthode précédente montre que le *coefficient d'altitude k est constant en tous les points d'un parallèle géographique*, cette valeur constante croissant avec la latitude proportionnellement à celle-ci, dans les limites de notre pays [1].

La Carte ci-jointe donne, pour chaque département, la valeur calculée du coefficient d'altitude *k*.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Le calcium, forme de réserve dans la femelle des Phasmides; ses formes d'élimination dans les deux sexes.* Note de M. J. PANTEL, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Forme de réserve chez la femelle. — On peut admettre que le carbonate de calcium, déjà signalé dans les tubes de Malpighi inférieurs de la femelle, chez les Phasmides [de Sinéty [2]], fonctionne principalement comme un matériel de réserve pour la minéralisation de l'œuf, matériel qui serait transporté au moment voulu, après dissolution dans l'hémolymphe, à l'épithélium folliculaire et au chorion.

Faits à l'appui : 1° l'existence des dilatations ou poches à calcaire chez la femelle seule, où elles constituent un caractère sexuel secondaire très précis; 2° la minéralisation rapide de la coquille à un moment où son épithélium formateur est manifestement épuisé; 3° l'absence de tout indice d'activité calcigène dans cet épithélium.

Il faut noter d'ailleurs que ce rôle spécial n'absorbe jamais la totalité du calcaire emmagasiné dans l'appareil malpighien; l'excédent fonctionne, en même temps que d'autres produits, comme forme d'élimination du calcium.

Le calcaire dont il s'agit forme le principal constituant de sphérules, fort inégales entre elles, d'un blanc de lait en masse et par réflexion, incolores et brillantes à la lumière transmise, qui contiennent d'autre part un stroma, parfois une simple enveloppe (?) de matière organique; il y est à l'état amorphe (homogène et monoréfringent). Assez soluble dans l'eau pure, surtout à chaud, et beaucoup plus dans l'eau chargée d'une substance alcaline (KOH, NaClO, CO^3Na^2, ...), il se dépose de ces solutions à l'état

---

(1) Le Mémoire détaillé paraîtra dans un autre Recueil.

(2) *Recherches sur la biologie et l'anatomie des Phasmes*, Thèse de Paris (*La Cellule*, t. 19, 1902).

de calcite, le plus souvent sous la forme de sphérocristaux, parfois sous celle de rhomboèdres isolés.

La macération dans une quantité réduite de dissolvant amène aisément la transformation intégrale en calcite. Le processus, manifestement conditionné par l'inégale solubilité du calcaire amorphe et du calcaire rhomboédrique, peut se concevoir comme une série de saturations autour des particules qui se dissolvent et de désaturations autour des cristaux qui se développent, comportant des transports locaux de matière; il se laisse assez exactement rapprocher du transport d'un liquide volatil des régions chaudes aux régions froides de l'enceinte qui le renferme.

C'est vraisemblablement grâce à un mécanisme analogue que le calcaire amorphe des tubes de Malpighi se transporte et va cristalliser dans l'ovaire dès que les conditions spéciales réalisées dans le chorion ont amorcé le phénomène, seulement la cristallisation se fait ici sous une forme du système orthorhombique.

Le constituant organique des sphérules est quantitativement fort réduit. En les traitant après dessiccation par l'acide acétique très dilué, on peut suivre sa mise en liberté graduelle sous la forme d'une enveloppe vésiculeuse ou d'un résidu plein ayant de la tendance à se souder aux résidus voisins. Ces résidus ne prennent pas le vert de méthyle; ils se teignent faiblement dans l'hémalun.

Forme d'élimination principale dans les deux sexes. — La principale forme d'élimination du calcium, chez les Phasmides, est un sel assez rarement signalé dans l'appareil rénal des Insectes, le phosphate. Produit d'excrétion le plus précoce, déjà abondant chez l'embryon, on le retrouve durant toute la vie postembryonnaire sans distinction de sexes et même dans les dilatations à calcaire de la femelle.

Ses conditions d'existence peuvent être précisées, surtout chez la larve éclosante, où il se présente tantôt seul, tantôt accompagné d'une faible quantité d'acide urique ou d'urates; elles rappellent d'assez près celles du carbonate. Le sel calcique est le constituant minéral de sphérules brillantes, de grosseur variable, isolées ou réunies en concrétions mamelonnées (épais bâtonnets dans le cas des *Carausius*), d'une couleur rappelant celle du vitellus de l'espèce, solubles dans les acides à la réserve d'un constituant organique ou stroma de soutien. La solution sulfurique abandonne du gypse par évaporation et précipite le molybdate d'ammonium. De nouvelles sphérules semblent se former à l'intérieur des cellules malpighiennes,

où elles sont reconnaissables (jeunes larves de *Donusa*) sous la forme de grains brillants. Les volumineuses concrétions des *Carausius* ne tardent pas à perdre leur couleur, dès avant la première mue, et à se désagréger en essaims de très petites sphérules.

Tous ces corpuscules étant homogènes et monoréfringents, le sel calcique y est sans doute amorphe. Très sensiblement soluble dans l'eau, surtout à chaud, il se dépose de la solution à l'état cristallisé, ordinairement en sphérocristaux. La solubilité varie quelque peu avec les espèces, les différences tenant vraisemblablement aux proportions respectives des deux constituants. Elle est, en tout cas, trop forte pour qu'il puisse être question du phosphate tricalcique et trop faible pour qu'il y ait lieu de conclure au monocalcique; c'est donc du phosphate PO^4CaH qu'il s'agirait.

Le constituant organique fixe les colorants nucléaires, cette circonstance tendant à poser la question de la participation matérielle du noyau à sa formation.

Formes d'élimination accessoires. — L'oxalate de calcium a déjà été signalé dans les tubes de Malpighi des Phasmides (de Sinéty). Il s'y montre de façon très inconstante sans distinction de sexes, de préférence peut-être chez les individus épuisés, notamment chez des femelles dont les sphérules à calcaire sont pathologiquement colorées en jaune.

L'abondance simultanée de composés calciques et de dérivés uriques tend d'autre part à faire supposer l'existence de l'urate de calcium, rencontré chez d'autres Insectes.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action catalytique des venins de serpents sur les acides nucléiques.* Note de MM. C. **Delezenne** et **H. Morel**, présentée par M. E. Roux.

Les données nouvelles fournies par l'étude de l'action catalytique des venins de serpents sur la lécithine [1] nous ont conduits à rechercher si les venins n'auraient pas la propriété de dédoubler également d'autres éthers phosphoriques complexes : les acides nucléiques.

---

[1] C. Delezenne et S. Ledebt, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 81 et 790; t. 155, 1912, p. 1101. — S. Ledebt, *Thèse doct. ès sciences*, Paris, 1914. — C. Delezenne et E. Fourneau, *Mémoires Bull. Soc. chim.*, t. 15 et 16, 1914, p. 421.

Nous nous sommes adressés pour cette étude à l'acide nucléique de la levure de bière, type des acides nucléiques végétaux, et à l'acide thymonucléique, type des acides nucléiques animaux, sur lesquels nous avons fait agir toute une série de venins différents, prélevés sur des ophidiens appartenant au groupe des Colubridés et au groupe des Vipéridés.

Les acides nucléiques, préparés aussi purs que possible, étaient utilisés sous la forme de nucléate et de thymo-nucléate de soude. Ceux-ci étaient dissous au titre de 1 à 2 pour 100 dans l'eau salée à 9 pour 100, et les solutions, rendues au préalable rigoureusement neutres à la phtaléine, étaient additionnées de doses variables de venins, eux-mêmes dissous à la concentration de 1 pour 100 dans l'eau physiologique. Toutes les manipulations étaient faites aussi stérilement que possible, et les mélanges, portés à l'étuve à 50°, étaient soumis, après des temps plus ou moins longs, aux différentes épreuves qui permettaient d'observer les transformations produites et d'en faire la mesure.

L'expérience étant ainsi disposée, on constate très aisément que les acides nucléiques sont hydrolysés par les venins. En présence de venin de cobra, par exemple, l'un des venins qui manifestent la plus grande activité, on observe que le milieu perd rapidement la faculté d'être précipité par l'acide chlorhydrique. S'il s'agit de l'acide thymonucléique, dont les solutions sont très gélifiables et se prennent en masse à froid, on constate, en outre, que le temps nécessaire à la gélification s'allonge au fur et à mesure que l'action du venin se poursuit. Après quelques heures de séjour à l'étuve, les solutions restent tout à fait liquides, même si elles sont portées dans la glace.

D'autre part, le milieu, primitivement neutre à la phtaléine et au tournesol, devient très nettement acide vis-à-vis de ces indicateurs. Cette acidité dont le développement progressif, mesuré par titration à la soude, permet de suivre la marche de l'action diastasique, est due à la libération de l'acide phosphorique et à la formation de phosphate monosodique. En effet, d'une part, le milieu reste toujours alcalin à l'hélianthine, et d'autre part, la titration au sucrate de chaux donne un chiffre qui correspond sensiblement au $\frac{3}{2}$ du chiffre obtenu en utilisant pour le titrage une solution équimoléculaire de soude. La quantité d'acide phosphorique libérée peut d'ailleurs être dosée exactement en l'évaluant sous la forme de phosphate ammoniacomagnésien.

Par simple titration, à intervalles déterminés, de l'acidité qui se développe progressivement on peut déjà se rendre compte que les transforma-

tions produites sont bien de nature catalytique ou diastasique. En effet, l'acidité, qui croît d'abord très vite avec le temps, augmente ensuite de plus en plus lentement de telle sorte que la courbe représentative du phénomène a la forme d'une courbe type d'action diastasique. D'autre part, les faibles doses de venin développent avec le temps la même acidité que les doses fortes ce qui montre qu'il n'y a aucun rapport entre la quantité de matière à transformer et la quantité de diastase utilisée.

Ajoutons : 1° que l'action, nulle à 0°, lente à la température ordinaire, présente un optimum à 50°-52°, puis décroît; 2° que le venin perd sa propriété hydrolysante lorsqu'il a été porté pendant quelques minutes à 100°; 3° que ses effets sont totalement empêchés par addition dans le milieu de sérum antivenimeux spécifique.

Notons enfin que pour une même concentration de nucléate ou de thymonucléate de soude, des concentrations différentes de venin donnent au bout d'un même temps des chiffres d'acidité qui satisfont assez bien à la loi de Schutz Borrison : la quantité de matière transformée au bout d'un temps déterminé est proportionnelle à la racine carrée des quantités de diastase mise en œuvre.

L'allure du phénomène peut, d'ailleurs, être plus ou moins profondément modifiée par la nature du milieu dans lequel fonctionne la diastase et nous aurons à préciser ailleurs comment se comportent à cet égard les acides très dilués, les bases étendues et différents sels.

Si les observations que nous venons de rapporter démontrent que les venins de serpents ont la propriété de libérer l'acide phosphorique qui entre dans la constitution des acides nucléiques, elles ne nous renseignent pas sur les modifications que subit la molécule primitive dont on connaît toute la complexité. Les recherches que nous avons poursuivies à ce sujet nous ont donné d'intéressants résultats. Nous signalerons seulement aujourd'hui, qu'au point de vue de leur action catalytique, les différents venins sont loin d'agir tous avec la même intensité. Les venins des Colubridés, qui sont ceux dont la toxicité générale est la plus marquée, sont aussi ceux qui dédoublent le plus aisément les acides nucléiques. Les venins des Vipéridés par contre, infiniment moins actifs, ne manifestent leurs propriétés hydrolysantes vis-à-vis des acides nucléiques qu'à la condition d'être utilisés à des doses relativement élevées.

BIOLOGIE. — *Le graphique du syphilitique.* Note de M. ARTHUR VERNES, présentée par M. E. Roux.

1. Les méthodes de séro-réaction de la syphilis consistent, soit à ajouter le sérum à examiner à des suspensions colloïdales appropriées, soit à apprécier le retard apporté dans la dissolution des globules par l'addition de sérum syphilitique à un milieu hémolytique.

Dans le premier cas, on apprécie le degré d'altération du sérum par la quantité de sérum nécessaire pour produire la floculation de la suspension colloïdale dans un temps donné ([1]); dans le second, l'altération du sérum est mesurée par l'absence plus ou moins complète de l'hémolyse ([2]). Une échelle colorimétrique permet d'évaluer en chiffre ce degré d'altération ([3]).

Tous les sérums sains ou pathologiques sont capables de produire la floculation dans une suspension colloïdale ou de retarder plus ou moins l'hémolyse dans un milieu hémolytique. Ce qui distingue le sérum syphilitique de tous les autres, c'est que, dans certaines conditions d'équilibre de la suspension colloïdale, il produit la floculation ou retarde l'hémolyse avant tous les autres.

Pour être appréciées avec précision, elles demandent un réglage exact de tous les facteurs de l'expérience dont le plus important est la sensibilité à la floculation de la suspension colloïdale. En voici un exemple : pour fausser les résultats de la séro-réaction, en se plaçant dans les conditions où les sérums normaux retardent ou empêchent l'hémolyse à leur tour, il suffirait, sans changer la concentration de la suspension, ni aucune autre condition de l'expérience, d'augmenter légèrement l'opalescence ([4]), c'est-à-dire la grosseur des granules, de la suspension (*fig.* 1).

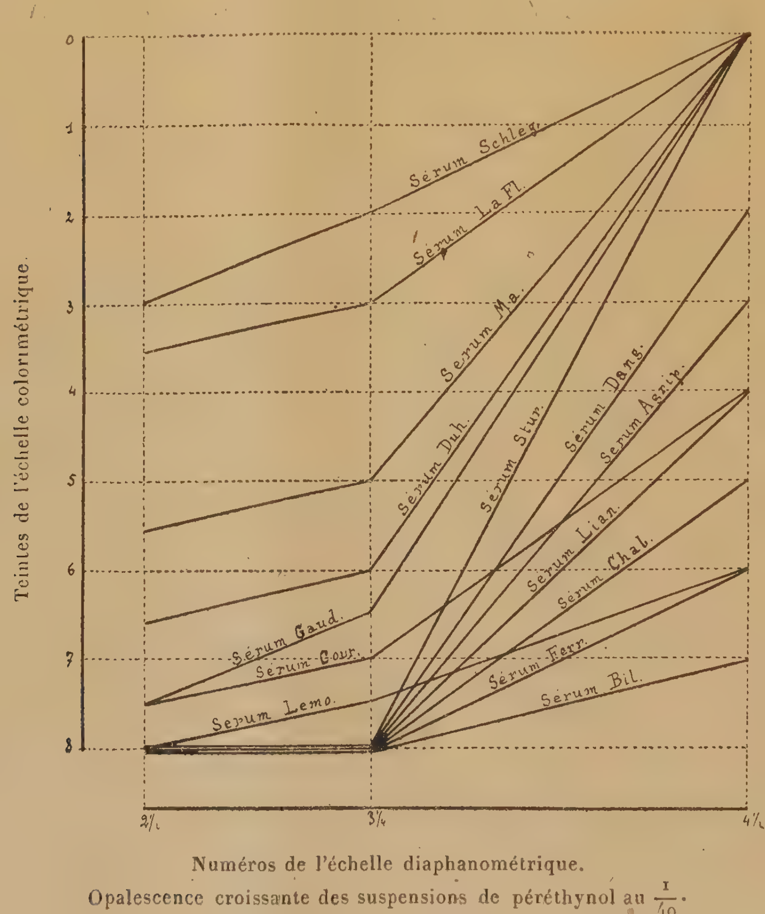
([1]) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 769, et t. 166, 1918, p. 575.

([2]) *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 383.

([3]) *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 500.

([4]) *Comptes rendus*, t. 166, 1918, p. 575. — R. DOURIS et R. BRICQ, *Séro-diagnostic de la syphilis. La méthode de Vernes et la syphilimétrie* (*Bulletin des Sciences pharmacologiques*, t. 25, 1918, p. 329). — P. UFFOLTZ, *Le phénomène de Vernes et son application au diagnostic et au traitement de la syphilis* (*Archives de Médecine et de Pharmacie militaires*, décembre 1918).

2. Au cours de la syphilis, les variations dans l'altération syphilitique du sérum se traduiront par des oscillations dans le tracé de la courbe, de sorte que si l'on trace une courbe de la floculation ou de l'hémolyse avec



Numéros de l'échelle diaphanométrique.
Opalescence croissante des suspensions de péréthynol au $\frac{1}{40}$.

un sérum provenant de prises faites à diverses époques, cette courbe présente des hauts et des bas très marqués et son tracé est tout à fait différent du plateau que donnerait un sérum normal examiné dans les mêmes conditions. Ce sont ces oscillations qu'il importe de suivre et qui sont caractéristiques de la syphilis et de son évolution, en tenant compte de ces trois faits :

a. Il existe une zone commune où les deux tracés (syphilitique et normal) se confondent et il y a par conséquent une limite à la différenciation du sérum syphilitique;

b. En diminuant l'aptitude à la floculation de la suspension colloïdale, on peut arriver à supprimer la zone litigieuse;

c. La suppression de cette zone litigieuse permet de suivre jusqu'à sa limite extrême la floculation (ou le retard d'hémolyse) imputable au seul sérum syphilitique.

C'est dans ces conditions que le retour du sérum syphilitique à la normale, sous l'effet d'un traitement approprié, ne peut être caractérisé que par la disparition des oscillations, c'est-à-dire par le retour suffisamment prolongé (¹) au plateau normal, ce qui correspond au réglage indiqué (²).

Conclusions. — Il est impossible de faire un diagnostic certain de syphilis à la suite d'un seul examen de sérum puisqu'il n'y a que la forme de la courbe obtenue dans une série d'examens successifs qui puisse permettre de se prononcer catégoriquement.

BIOLOGIE. — *Sur l'emploi des sérums chauffés dans la séro-réaction de Vernes (Séro-diagnostic de la syphilis).* Note de M. **Roger Douris**, présentée par M. E. Roux.

Dans une précédente Note, j'ai montré l'influence du vieillissement des sérums (³) sur le séro-diagnostic de la syphilis. Or le chauffage en modifiant également l'état colloïdal du sérum, doit établir une différence entre le sérum chauffé et le même sérum non chauffé. Cette différence qui a déjà été constatée par Vernes lorsqu'il s'agit de floculation (⁴) doit subsister lors de l'hémolyse, dans la séro-réaction. En voici la preuve :

En opérant dans des conditions strictement comparables, j'ai déterminé, souvent, les résultats donnés par la méthode de Vernes sur des sérums chauffés 20 minutes à 55° et sur les mêmes sérums non chauffés employés à la dose de $0^{cm^3},2$. Par exemple, dans une expérience portant sur 140 sé-

(¹) *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 502.
(²) *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 383.
(³) R. Douris, *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 738.
(⁴) A. Vernes, *Comptes rendus*, t. 166, 1918, p. 577.

rums, j'ai obtenu des résultats différents dans 14 cas, soit pour 10 pour 100 des sérums.

Les sérums chauffés donnaient respectivement les teintes :

$$T = 6\tfrac{1}{2},\ 8,\ 8,\ 3,\ 8,\ 5\tfrac{1}{2},\ 5\tfrac{1}{2},\ 5,\ 8,\ 0,\ 8,\ 5,\ 7\tfrac{1}{2};\ 2\tfrac{1}{2}.$$

Les sérums non chauffés donnaient

$$T = 0,\ 7\tfrac{1}{2},\ 7\tfrac{1}{2},\ 0,\ 0,\ 0,\ 0,\ 0,\ 0,\ 1,\ 4,\ 0,\ 0,\ 0.$$

Il est remarquable de constater que ces discordances vont presque toutes dans le même sens : on observe une hémolyse moindre pour les sérums non chauffés que pour les sérums chauffés.

Dans l'expérience précédente, 90 pour 100 des sérums semblent ne pas avoir été influencés par le chauffage. En réalité, il n'en est rien et les expériences suivantes permettent de le démontrer.

Sur des quantités progressivement décroissantes de sérum (non chauffé et chauffé) diluées dans de l'eau salée à 9 pour 100, de façon que chacune d'elles soit contenue dans un volume de $0^{cm^3},2$, effectuons la séro-réaction dans des conditions identiques et centrifugeons lorsque les tubes témoins correspondant aux diverses quantités de sérum seront tous hémolysés [1].

La différence entre les résultats qui n'apparaissait pas pour la dose de $0^{cm^3},2$ apparaît toujours pour une dose différente et variable selon le sérum examiné. Voici, à titre de curiosité, les résultats concernant un sérum positif pour lequel on avait constaté l'absence complète d'hémolyse à la dose de $0^{cm^3},2$, de sérum chauffé ou non chauffé.

	Dose de sérum (en dixièmes de centimètre cube).							
	2.	$\frac{2}{2}$.	$\frac{2}{4}$.	$\frac{2}{8}$.	$\frac{2}{16}$.	$\frac{2}{32}$.	$\frac{2}{64}$.	$\frac{2}{128}$.
Résultats sérum chauffé. Teinte.	T = 0	0	2	*8 [2]	*8	8	8	8
Résultats sérum non chauffé.	T = 0	0	0	$6\frac{1}{2}$	*8	8	8	8

La différence est manifeste pour les dilutions au $\frac{1}{4}$ et au $\frac{1}{8}$.

Cette façon de procéder par dilution fait même ressortir davantage les

---

[1] L'hémolyse se produit plus vite dans les tubes correspondant aux plus petites quantités de sérums, que dans le tube contenant $0^{cm^3},2$ de sérum à examiner.

[2] Les chiffres *8, précédés d'un astérisque, indiquent des hémolyses incomplètes présentant une teinte très voisine du 8 de l'échelle colorimétrique de Vernes, mais avec un petit amas globulaire dans le fond du tube.

différences constatées dans la première expérience. Ainsi le sérum qui donnait la teinte T = o (non chauffé) et la teinte T = 6 ½ (chauffé), donne les résultats suivants aux différentes dilutions :

		Dose de sérum (en dixièmes de centimètre cube).						
	2.	$\frac{2}{2}$.	$\frac{2}{4}$.	$\frac{2}{8}$.	$\frac{2}{16}$.	$\frac{2}{32}$.	$\frac{2}{64}$.	$\frac{2}{128}$.
Sérum chauffé............	T = 6 ½	7	*8	8	8	8	8	8
Sérum non chauffé.........	T = o	o	6 ½	*8	8	8	8	8

La discordance dans les résultats s'observe non seulement pour le sérum pur, mais également pour des dilutions au $\frac{1}{2}$, au $\frac{1}{4}$, au $\frac{1}{8}$.

Conclusions. — La différence que l'on constate entre le sérum chauffé et le même sérum non chauffé, au point de vue de la précipitation d'une solution colloïdale, se retrouve lorsqu'on se place dans les conditions expérimentales de l'hémolyse pour le séro-diagnostic suivant la méthode de Vernes : *à une diminution de la précipitation correspond une augmentation de l'hémolyse.*

Le chauffage entraîne une modification de l'état colloïdal de la plus haute importance. On voit qu'il est nécessaire de chauffer les sérums dans les conditions bien définies par Vernes, si l'on veut que l'écart d'hémolyse observé conserve sa valeur d'indice syphilimétrique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches biochimiques sur les plaies de guerre.* Note de M. **Albert Berthelot**, présentée par M. E. Roux.

J'ai montré précédemment [1] que des ptomaïnes peuvent se former dans les plaies de guerre par l'action de microbes décarboxylants sur les acides aminés résultant de la désintégration des protéiques. J'avais insisté sur l'importance probable d'une de ces bases, la β-imidazoléthylamine, au point de vue pathogénique, et sur l'intérêt qu'il y avait de rechercher si les blessures graves n'étaient point souvent infectées par des germes capables de produire cette substance ou d'autres amines toxiques. Pour être tout à fait démonstratives, de telles recherches auraient dû porter sur de très

---

(1) A. Berthelot, *Ptomaïnes et plaies de guerre* (*Comptes rendus*, t. 166, 1918, p. 187).

nombreux blessés; comme elles n'ont pas été entreprises je tiens au moins à justifier mon hypothèse par l'exposé des faits que j'ai observés dans les quelques cas qu'il m'a été possible d'étudier.

Au cours de l'été 1918 j'ai examiné la flore des plaies de dix blessés venus de plusieurs points du front et hospitalisés dans divers hôpitaux de Paris. Pour isoler d'emblée les germes les plus intéressants j'ai appliqué la méthode générale de sélection biochimique que j'ai publiée en 1911 et employé un milieu électif à base d'histidine, c'est-à-dire de l'aminoïque dont dérive la β-imidazoléthylamine (1). Mes essais ont porté sur six cas de gangrène gazeuse, trois grands broiements et un phlegmon putride. Sur les dix ensemencements j'ai obtenu huit cultures de microbes acidaminolytiques aérobies et facultativement anaérobies, dont cinq ont pu décarboxyler l'histidine dans un milieu où elle était le seul acide aminé à l'état libre et qui ne contenait, comme autre substance azotée, que 3 pour 1000 d'une peptone pepsique de viande.

Deux de ces germes étaient peu actifs, mais les trois autres, en 24 heures à 37°, produisaient, dans 3^{cm^3} d'une solution d'histidine à 1 pour 1000, assez d'imidazoléthylamine pour tuer en quelques instants, par voie intraveineuse, des cobayes d'au moins 500^g.

Les six cas de gangrène gazeuse m'ont donné quatre microbes acidaminolytiques dont deux ont décarboxylé l'histidine; les trois grands broiements m'ont fourni trois acidaminolytiques dont deux décarboxylants et le phlegmon putride un germe acidaminolytique également producteur de ptomaïne. Les trois microbes les plus actifs ont été isolés dans une gangrène gazeuse, un grand broiement et le phlegmon putride; ils ont dû être trouvés très souvent dans les plaies et, suivant les auteurs, ils ont certainement été décrits comme des Pneumobacilles, des *B. lactis aerogenes* ou des « coliformes ».

Ainsi que je le prévoyais les blessures de guerre peuvent donc être infectées par des germes analogues au *B. aminophilus*, qu'en collaboration avec le regretté D.-M. Bertrand j'ai isolé de la flore intestinale de l'homme (2),

(1) A. Berthelot, *Recherches sur la flore intestinale. Isolement des microbes qui attaquent les produits ultimes de la digestion des protéiques* (*Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 306).

(2) A. Berthelot et D.-M. Bertrand, *Isolement d'un microbe capable de produire de la β-imidazoléthylamine aux dépens de l'histidine* (*Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1643).

et capables, comme ce microbe, de produire des bases très toxiques aux dépens des acides aminés libérés dans la plaie par les protéases bactériennes ou leucocytaires.

En raison de la facilité avec laquelle la protéolyse de l'hémoglobine libère de fortes proportions d'histidine et de la rapidité de la décarboxylation microbienne de cet aminoïque, il serait étonnant que l'imidazoléthylamine ne se formât point dans les plaies infectées par des bactéries semblables à celles que j'ai isolées. Or cette ptomaïne, qui détermine à très faibles doses de la vaso-constriction périphérique, de la vaso-dilatation générale, une chute de la pression sanguine et un abaissement thermique, est douée d'une activité si grande qu'elle agit encore nettement, sur certains muscles lisses, à la dilution de 1 pour 250000000.

Malgré la puissance d'action de cette base, il est incontestable que ses effets ne peuvent se comparer à ceux des toxines vraies qui jouent un rôle prépondérant dans l'évolution des blessures graves; mais, quand elle se forme dans celles-ci et à cause même de ses propriétés, il est probable qu'elle intervient pour une part peut-être importante dans la genèse de certaines complications locales, comme la gangrène, ou générales, comme le choc.

Quoi qu'il en soit les faits que je viens d'exposer montrent combien sont répandus dans la nature les germes capables de décarboxyler les acides aminés.

Ils constituent aussi une nouvelle preuve des avantages que présente, pour l'étude des flores microbiennes complexes, la méthode de sélection que j'ai proposée en me basant uniquement sur des données d'ordre chimique [1].

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Synthèses biochimiques simultanées du gentiobiose et des deux glucosides β du glycol par l'émulsine.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **M. Bridel**, présentée par M. Moureu.

Lorsqu'on ajoute de l'émulsine des amandes à une solution de glucose dans un alcool plus ou moins dilué, les résultats de son activité synthétisante sont toujours complexes.

---

(1) A. Berthelot, *Loc. cit.* et *Contribution à l'étude des microbes producteurs de phénol* (*Annales de l'Institut Pasteur*, janvier 1918, p. 17).

Nous avons admis pour expliquer cette complexité que tous les ferments susceptibles d'agir que renferme l'émulsine exercent simultanément leur action spécifique : les ferments des polysaccharides, *gentiobiase* et *cellobiase*, pour donner naissance, par condensation du glucose, à du gentiobiose et à du cellobiose; le ferment des glucosides, la glucosidase β, pour combiner à l'alcool le glucose β et donner naissance au glucoside β de cet alcool.

Si la proportion d'alcool est considérable par rapport à celle du glucose, on n'obtient pour ainsi dire que le glucoside et celui-ci est facile à isoler. C'est ainsi que nous avons pu obtenir synthétiquement et séparer un grand nombre de glucosides β d'alcools.

Mais si le mélange renferme plus de molécules de glucose que de molécules d'alcool, c'est le contraire qui a lieu : il se forme surtout des polysaccharides et la séparation des produits de synthèse devient difficile.

Cette manière de voir s'accorde avec l'ensemble de nos recherches. Cependant, elle était restée jusqu'ici à l'état d'hypothèse, puisque les composés que nous supposions devoir se former n'avaient point encore été séparés au cours d'une seule et même expérience. Dans les recherches que nous résumons ci-après, nous avons pu retirer à l'état cristallisé, d'un mélange de glucose, de glycol et d'eau soumis à l'action de l'émulsine, trois principes différents : un polysaccharide, le gentiobiose, et deux glucosides, les mono et diglucoside β du glycol. L'hypothèse est donc conforme à la réalité.

Ces recherches ont été entreprises le 27 avril 1914, dans le but d'effectuer la synthèse du diglucoside β du glycol, synthèse qu'on n'avait pas encore pu obtenir. Pour avoir quelque chance de réussir, il fallait opérer avec un mélange qui renfermât au moins 2^{mol} de glucose pour 1^{mol} de glycol; aussi le mélange soumis à l'essai avait-il la composition suivante :

	g		mol
Glucose pur anhydre..........	300	=	2
Glycol éthylénique..........	50	=	0,966
Eau q. s. pour 500^{cm^3}..........	265	=	17,666

On a ajouté $2^g,20$ d'émulsine et abandonné le mélange à la température du laboratoire ($+12°$ à $+18°$). Le 1er juillet, la rotation du liquide avait passé de $+62°16'$ à $+42°34'$, ayant diminué, par conséquent, de $19°42'$ ($l=2$).

Pour isoler les produits formés, on a porté le mélange à l'ébullition; on l'a filtré et, après l'avoir étendu d'eau, on l'a additionné de levure haute, ce

qui a déterminé la destruction du glucose en excès par fermentation. On a concentré la solution sous pression réduite et obtenu 113g d'un extrait brun clair, semi-liquide.

Pour enlever le glycol, on a épuisé cet extrait successivement par l'éther acétique (1000^{cm^3}) et par un mélange d'éther acétique (200^{cm^3}) et d'alcool absolu (100^{cm^3}).

Le produit, insoluble dans ces véhicules, pesait environ 70g. On l'a repris à l'ébullition : 1° par 300g d'alcool absolu, 2° par 250^{cm^3} d'alcool à 95°, qui ont laissé un résidu pesant 42g (fin juillet 1914).

A cette date, on s'est trouvé dans l'obligation d'interrompre ces recherches, et l'on a mis de côté les solutions alcooliques et l'extrait résiduel.

Près d'un an après, en juin 1915, on a constaté que de petites masses de cristaux s'étaient déposées sur les parois du flacon renfermant la solution dans l'alcool à 95°. Après décantation du liquide, on a pu en rassembler 1g,20 et les identifier avec le gentiobiose [1].

Après une nouvelle interruption de deux ans, on a concentré les liqueurs mères du gentiobiose et obtenu 6g,3 d'extrait ($\alpha_D = -14°,8$). On a concentré, d'autre part, la solution dans l'alcool absolu et obtenu 21g,35 d'extrait ($\alpha_D = -17°,3$). On a réuni ces deux extraits, on les a dissous dans 200^{cm^3} d'alcool absolu et l'on a effectué dans la solution, par addition d'éther, quatre précipitations fractionnées, attendant souvent de l'une à l'autre plusieurs semaines.

Ces opérations sont rassemblées ci-dessous :

	Éther ajouté.	Poids du précipité.	α_D.	Réduction exprimée en glucose.
	cm³	g	°	
1er juillet 1917........	8	4,848	—12,7	1g = 0,198
25 juillet 1917........	50	1,896	6,15	0,317
10 novembre 1917	250	9,945	23,79	0,066
20 novembre 1917	500	3,496	27,17	traces

Les deux premiers précipités renfermaient encore des bioses puisqu'ils étaient réducteurs. Du reste, le précipité 2 s'est pris en cristaux présentant les propriétés du gentiobiose.

Mais on pouvait penser que les deux derniers, qui n'étaient presque

(1) Voir *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 728.

plus réducteurs, devaient être constituées par des glucosides. On les a réunis; on les a dissous dans 20^{cm^3} d'alcool absolu, après quoi on a ajouté de l'acétone pur jusqu'à formation d'un trouble persistant (15^{cm^3} environ).

En février 1918, on s'est aperçu que des cristaux mamelonnés s'étaient déposés. On a décanté la liqueur dans un autre flacon et détaché les cristaux formés ($3^g,25$) : ils présentaient toutes les propriétés du monoglucoside β du glycol.

Enfin, au cours de l'automne de 1918, dans le liquide décanté, de nouveaux cristaux se sont séparés, formant une croûte épaisse et dure. Ces cristaux, très amers, ne réduisaient pas la liqueur cuivrique; ils fondaient à $+131°,8$ (corr.); ils avaient comme pouvoir rotatoire $-32°,65$ et ils étaient hydrolysables par l'émulsine. Hydrolysés par l'acide sulfurique à 3 pour 100, ils ont donné pour 1^g : $0^g,871$ de glucose (théorie pour le diglucoside $0^g,932$; pour le mono-glucoside 0,803). Le glucoside obtenu qui, par toutes ses propriétés, diffère du monoglucoside du glycol, doit donc être considéré comme le diglucoside de cet alcool.

Ainsi, sur les quatre principes prévus comme devant se former : gentiobiose, cellobiose, mono et diglucoside du glycol, trois ont été obtenus à l'état cristallisé. Seul, le cellobiose n'a pas été isolé. Étant moins soluble que les autres dans l'alcool, il est possible qu'il soit resté dans l'extrait résiduel abandonné à la fin de juillet 1914.

BACTÉRIOLOGIE. — *Milieu à l'eau de levure autolysée pour la culture du* B. coli. Note de MM. **F. Diénert** et **A. Guillerd**, présentée par M. E. Roux.

Le prix de la peptone augmentant sans cesse depuis la guerre, nous avons cherché si l'on ne pourrait pas remplacer les milieux habituels, pour la recherche du *B. coli*, par d'autres milieux plus économiques et aussi satisfaisants.

Nous avons commencé par fabriquer un bouillon synthétique qui, additionné de 1 pour 100 de peptone seulement, c'est-à-dire une quantité moindre que dans nos bouillons habituels, donnait de bons résultats.

Ce bouillon était déjà économique, mais à la suite du travail de M. Vansteenberge (*Annales de l'Institut Pasteur*, 1917, p. 601) nous avons cherché à faire un bouillon en utilisant les produits de protéolyse de la levure.

Parmi ces produits on trouve des acides aminés, du tryptophane, etc., que l'on rencontre également dans la peptone.

Un bloc de 500^g de levure pressée est porté à 50°, température favorable à l'action de l'endotrytase et peu favorable à un développement abondant des microbes. En moins de 24 heures, la liquéfaction est complète et l'on obtient environ 400^{cm^3} de liquide autolysé qu'on étend à 2^l avec de l'eau. On soumet ce mélange à la température de l'ébullition durant 30 minutes. On neutralise et l'on filtre, enfin on complète à $7^l,5$.

Le développement du *B. coli*, sur ce milieu, a été suivi en numérant, après 24 heures de culture, les germes développés, par ensemencement sur milieu solide (gélose) additionné de 1 pour 100 de lactose et de tournesol.

Ces essais ont montré que le *B. coli* se développait surtout bien dans le bouillon fabriqué avec les produits de l'autolyse de 24 heures.

Le maximum de germes obtenu est voisin de 2 milliards par centimètre cube en 24 heures, c'est-à-dire un nombre supérieur à celui trouvé par ensemencement sur bouillon de peptone à 3 pour 100. En 24 heures on constate une belle production d'indol (20^{mg} à 30^{mg} d'indol par litre). L'addition de sels minéraux n'augmente pas le nombre des germes développés en 24 heures).

Quand, à ce milieu de levure autolysée, on ajoute de l'acide phénique, on obtient les mêmes développements qu'en employant le bouillon de peptone.

Additionné de gélatine, de gélose, ce milieu se prête au développement régulier du *B. coli*. En un mot le bouillon de peptone peut être remplacé par le bouillon à la levure autolysée et coûte infiniment moins cher. Le premier actuellement revient à 3^{fr} le litre, le second à moins de $0^{fr},20$.

En outre, d'après nos analyses, la levure autolysée donne un milieu de composition tres constante ($1^g,8$ d'acides aminés exprimés en glycocolle pour 100 de liquide d'autolyse et $0^g,150$ pour 100 de tryptophane). Au contraire les peptones ont des compositions très variables qui exigent d'être contrôlées toutes les fois qu'on change de fournitures, si l'on veut avoir des résultats comparables.

C'est ainsi que pour ne considérer qu'un corps, étranger à leur molécule, l'acide sulfureux, employé à leur blanchiment, douze peptones de même marque, mais de fabrications différentes, nous ont fourni des chiffres de SO^2, variant de 4^{mg} à 566^{mg} pour 100, influant sur les caractères culturaux.

BACTÉRIOLOGIE. — *La pseudograsserie, maladie nouvelle des chenilles de* Lymantria dispar. Note de M. A. **Paillot**, présentée par M. Paul Marchal.

Le sujet initial qui nous a permis de faire l'étude expérimentale de cette maladie a été une chenille de *Lymantria dispar* qui présentait les symptômes extérieurs de la grasserie et de la flacherie. Elle était infectée par deux coccobacilles que nous désignerons sous les noms de *Bacillus lymantricola adiposus* et de *Bacillus lymantriæ* β [1]. De ces deux coccobacilles, le premier seul détermine la maladie dont nous aurons à nous occuper.

Une émulsion de bacilles, provenant d'une culture pure de cette espèce, reproduit la maladie avec tous les caractères de la maladie typique naturelle. Peu d'heures après l'inoculation, le sang présente le même aspect laiteux que celui des chenilles atteintes de grasserie, mais ce sont des globules de graisse qui troublent le sang et non des corpuscules polyédriques de nature mal connue comme dans la grasserie vraie. L'inoculation du microbe aux chenilles de *Vanessa urticæ*, *Euproctis chrysorrhea*, ver à soie, reproduit les symptômes observés sur les chenilles de *Lymantria dispar;* nous avons donc bien affaire à une maladie nouvelle susceptible d'être reproduite expérimentalement à volonté et toujours avec les mêmes caractères : nous la désignerons sous le nom de *pseudograsserie*, en spécifiant, toutefois, qu'elle n'a de commun avec la grasserie que les symptômes externes.

Un seul cas a été observé en 1917, mais l'observation avait été faite en août, c'est-à-dire à la fin de l'invasion des chenilles; en 1918, par suite de l'extrême sécheresse, les maladies épidémiques furent très rares et je n'observai pas de nouveau cas de pseudograsserie.

En culture sur milieux artificiels, le microbe de la pseudograsserie se

---

(1) Le *Bacillus lymantriæ* β est distinct de l'espèce qui a été désignée également par Picard et Blanc sous le nom de *Bacillus lymantriæ* et que l'on peut appeler *B. lymantriæ* α. Il tue les chenilles par septicémie et n'attaque pas spécialement les cellules adipeuses. Il diffère de l'espèce de Picard et Blanc par son action fermentative sur mannite et galactose et du microbe de la pseudograsserie par les caractères négatifs suivants : gélatine non liquéfiée, lait non coagulé, sérum non digéré, pas d'action sur lactose, saccharose, maltose, dulcite et arabinose.

Il mesure environ $0^{\mu},5$ de large sur $1^{\mu},5$ de long. Les mouvements sont moins rapides que ceux de *B. lymantricola adiposus*.

présente toujours sous la forme coccobacillaire; les éléments mesurent 1^{μ} de large environ sur 2^{μ} de long; ils se colorent bien par les couleurs d'aniline, plus intensément aux deux pôles que dans la partie médiane.

Dans le sang des chenilles de *Lymantria dispar*, ce coccobacille peut affecter les formes les plus inattendues : on observe, par exemple, des formes géantes, constituées par une masse plus ou moins arrondie, dont le diamètre peut atteindre 7^{μ} à 8^{μ}, et de gros prolongements bacilliformes, opposés ou plus ou moins rapprochés, de longueur variable (nous avons observé des éléments dont la longueur totale atteignait 30^{μ} à 40^{μ}); on peut observer aussi des masses arrondies sans prolongements bacilliformes. Ces formes géantes, véritables *formes de croissance*, ne se rencontrent que pendant les premières heures de l'infection; rapidement, elles se désorganisent en donnant naissance à plusieurs coccobacilles. Au début de leur formation les bacilles géants sont mobiles : ils tournent sur eux-mêmes et se déplacent lentement; en grossissant, ils perdent toute motilité. Les éléments normaux sont très mobiles et difficiles à suivre dans le champ du microscope.

L'action pathogène de ce coccobacille se manifeste principalement par la désorganisation du tissu adipeux; vers la cinquième heure après l'inoculation on commence à apercevoir dans le sang des globules de graisse, dont quelques-uns sont encore inclus dans les cellules adipeuses; la proportion des globules augmente rapidement et le sang devient laiteux.

Cette action sur le tissu adipeux est le premier exemple de spécificité constaté chez les parasites microbiens des insectes; encore cette spécificité n'est-elle que très relative, puisque le microbe se multiplie aussi abondamment dans le sang.

C'est en raison de ce caractère particulier que nous avons donné à ce microbe le nom de *Bacillus lymantricola adiposus*.

Caractères des cultures. — En bouillon ordinaire, culture abondante et rapide à 37°; dépôt léger dès le deuxième jour; pas de voile.

Sur gélose, colonies larges, arrondies, assez épaisses, de couleur blanc jaunâtre.

Gélatine liquéfiée rapidement en cylindre.

Sur sérum, culture abondante; digestion rapide à partir du deuxième jour.

Lait coagulé le troisième jour à la température de 18°-20°; caséine non digérée.

Le *Bacillus lymantricola adiposus* fait fermenter tous les sucres (glucose,

lévulose, lactose, saccharose, mannite, maltose, galactose, dulcite, arabinose); les milieux sucrés tournesolés sont plus ou moins décolorés à l'exception des milieux glucosé et saccharosé.

M. A. Auric adresse une Note intitulée : *Sur deux formules approchées donnant la longueur et la flèche d'un arc de chaînette.*

A 16 heures et quart l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale, par l'organe de M. *E. Roux*, remplaçant le Doyen empêché, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *A. Müntz* :

En première ligne	M. Gabriel Bertrand
En seconde ligne, ex æquo et par ordre alphabétique	MM. Gustave André Léon Lindet Pierre Viala

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 18 heures.

A. Lx.